

## مدخل إلى

# الفيزياء



## سلسلة اوسبورن

المؤسسة  
العربية  
للدراسات  
والنشر



الفيزياء

ایک

بنایة برج کارتون  
ساحية الجزیر  
تلفون: ۸۰۷۹۰۰/۱  
یرینا، موکیالی - بیروت  
مربعه: ۱۷۵۵۱ - بیروت

المؤسسة  
العربية  
للدراسات  
والنشر

استاذ الفيزياء النظرية في الجامعة الاردنية وعضو مجمع اللغة العربية الاردني

عمان — الاردن

مع برنامج  
حاسب آلي



## محتويات الكتاب

٣	ما هي الفيزياء ؟
٤	كل شيء عن الطاقة
٦	الطاقة الضوئية
٨	رؤية الأشياء
١٠	الانعكاس
١١	الانكسار
١٢	الألوان
١٤	الطاقة الحرارية
١٦	كيف تنتقل الحرارة ؟
١٨	الصوت والضوضاء
٢٠	الموسيقى
٢٢	الميكانيكا
٢٤	السوائل لها ضغط أيضاً
٢٦	الحركة والسكون
٢٨	السرعة والتسارع والجاذبية
٣٠	الآلات والشغل والقدرة
٣٢	الكهرباء والمغناطيسية
٣٤	الكهرباء المتحركة
٣٦	المغناطيسية
٣٨	المحركات والسَّماعات
٤٠	الطيف الكهرمغناطيسي
٤٢	برنامج كمبيوتر
٤٥	مصطلحات الفيزياء
٤٧	أجوبة الاسئلة والأحاجي
٤٨	كشاف تحليلي

هذه ترجمة طبق الأصل للكتاب الذي صدر بالانكليزية بعنوان

USBORNE INTRODUCTION TO  
PHYSICS

by

Jane Chisholm and Mary Johnson

الطبعة العربية الاولى ١٩٨٦

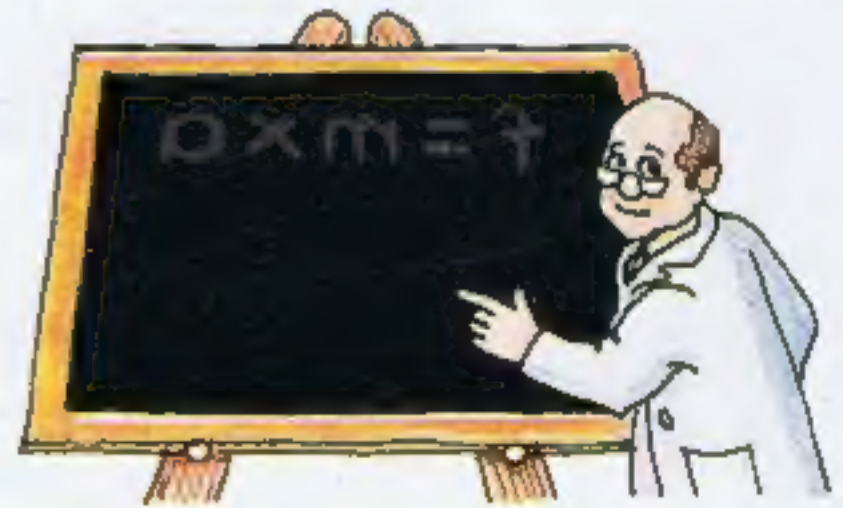


## ما هي الفيزياء ؟

الفيزياء هي ذلك العلم الذي يبحث في جميع الأشياء المحيطة بنا وفي الطاقة التي تمتلكها هذه الأشياء . مثل لماذا تسخن الأشياء ؟ ما هو الضوء ؟ كيف تحدث الأصوات بفعل اهتزاز الأجسام ؟ وهكذا ...



لقد كان الإغريق القدماء أول من درس العلوم ، وإليهم يرجع الفضل في كثير من المعلومات التي نعرفها اليوم في علم الفيزياء ، حتى إن كلمة الفيزياء physics ذات أصل إغريقي قديم . ويعود تاريخ اكتشاف ووضع العديد من القوانين والمبادئ الفيزيائية إلى عدة مئات من السنين . إلا أن ذلك لا يعني أنها أصبحت قديمة أو بالية ؛ فمعظم الاكتشافات العلمية الحديثة مبنية على هذه القوانين والمبادئ .



وانت أيضاً يتعين عليك أن تحيط بها لتتمكن من فهم عمل أي شيء ابتداءً بالذراجة وانتهاءً بسقينة القضاء .

إن أهم المجالات التي يبحث فيها علم الفيزياء هي : الضوء والحرارة والصوت والميكانيكا والكهرباء والمغناطيسية .



ويشتمل هذا الكتاب على فصول في كل من هذه المجالات ، كما يتضمن تجارب عملية لتساعدك في فهم بعض المبادئ الهامة في الفيزياء . وقد صممت هذه التجارب بحيث يكون بمقدورك أن تجد معظم الأدوات والمواد التي تحتاجها في البيت أو في مكان مجاور .

وإذا وجدت أن تجربة ما لم تُعطِ النتائج المرجوة من أول مرة ، فلا تبتئس . فمثل هذا كثيراً ما يحدث في العلوم ، ولعل الظروف المحيطة بالتجربة لم تكن ملائمة تماماً . وما عليك في مثل هذه الحالة إلا أن تعيد التجربة مرة بعد مرة .



وفي الوقت الذي تقرأ فيه هذا الكتاب حاول أن تفكر في الأشياء المحيطة بك لتري مدى تطابقها مع ما تقرأ . ولربما تقوم أنت بإجراء تجارب تصممها بنفسك بالإضافة إلى التجارب الواردة في هذا الكتاب .

وفي الجزء الأخير من الكتاب برنامج كمبيوتر يلائم أكثر الاستخدامات شيوعاً للكمبيوتر المنزلي . فإذا كنت تمتلك مثل هذا الكمبيوتر أو كان بإمكانك استعارته ، فم بتنفيذ هذا البرنامج الذي يتناول كافة استعمالات الكهرباء في المنزل . وتحتوي الصفحات الأخيرة على كشاف بالمصطلحات الفيزيائية وتعريف كل منها بالإضافة إلى



نصوص بعض القوانين مثل قوانين نيوتن .

وستجد في نهاية هذا الكتاب إجابات بعض الأسئلة والاحجيات ، ذلك أن البعض الآخر متروك لك لتفكر فيه وتجيب عنه بنفسك .



# كل شيء عن الطاقة

إنَّ العالمَ الَّذي نعيشُ فيه مليءٌ بالطَّاقةِ : فما الضَّوءُ والحرارةُ والكهرباءُ والصَّوتُ إلا أشكالٌ مختلفةٌ للطَّاقةِ . والطَّاقةُ هي ما يُمكنُ الأشياءَ من القيامِ بشغلٍ ما ، وأنتَ تستخدمُ طاقتكَ لتتحركَ وتُجِزَ أعمالَكَ .

والشَّمْسُ هي المصدرُ الرئيسُ للطَّاقةِ : فهي التي تمدُّ النباتاتَ بالحرارةِ والضَّوءِ اللازمينَ لنموِّها . كما أنَّ الشَّمْسَ هي التي تمدُّنا بالدَّفءِ وتمكِّننا من الرؤيةِ . حتَّى إنَّ الوقودَ ( كالبنترولِ والغازِ ) الَّذي يُعدُّ من مصادِرِ الطَّاقةِ في أساسِهِ مستمدُّ من الشَّمْسِ ، إذ إنَّه ناتجٌ عن نباتاتٍ نمَت بفعلِ الطَّاقةِ الشَّمسيةِ ثمَّ انطَمَرَتْ في باطنِ الأرضِ منذُ ملايينِ السَّنينِ .

## طاقة الوضع والطاقة الحركية

إنَّ الغذاءَ الَّذي تتناولُهُ شكْلٌ من أشكالِ الطَّاقةِ المخزونةِ تستغلُّه أنتَ للحركةِ . وكذلك الحالُ بالنَّسبةِ للبنترولِ في دراجةٍ ناريةٍ حيثُ يُستغلُّ لتشغيلِها وتحريكِها . ويُدعى هذا النوعُ من الطَّاقةِ طاقةُ الوضعِ أو الطَّاقةِ الكامنة Potential energy . وتتحولُ طاقةُ الوضعِ إلى طاقةٍ حركيةٍ Kinetic energy بتحريكِ الأجسامِ .

## الطاقة الكيميائية

إنَّ الوقودَ في الصُّواريخِ والمتفجراتِ في الألعابِ النَّاريةِ لهما طاقةٌ وضعٍ كيميائيةٌ تتحولُ إلى طاقةٍ حركيةٍ عندما تنطلقُ الصُّواريخُ أو تنفجرُ المتفجراتُ .

## طاقة الوضع في مجال الجاذبية الأرضية

عندما ترفعُ جسمًا ما عن سطحِ الأرضِ فإنَّك تُكسِبُه طاقةً وضعٍ في الوقتِ الَّذي تخسِرُ فيه أنتَ جزءًا من طاقتك الكيميائية مساويةً لطاقة الوضعِ تلكِ . وتتحولُ طاقةُ الوضعِ والتي يملكها الجسمُ إلى طاقةٍ حركيةٍ إذا ما تركَ لينسقطَ سقوطًا حرًّا .

## طاقة الانفعال

تمتلكُ الأجسامُ الصُّلبةُ بعمامةٍ والمرنةُ منها والنوابضُ بخاصيةٍ طاقةٍ تُعرفُ بطاقةِ الانفعالِ أو الطَّاقةِ المرونيةِ . وتكونُ هذه الطَّاقةُ على شكلِ طاقةٍ وضعٍ عندما تُمطَّ أو تُضغَطُ هذه الأجسامُ ، وتتحولُ إلى طاقةٍ حركيةٍ عندما تزولُ القوى المؤثرةُ عليها .

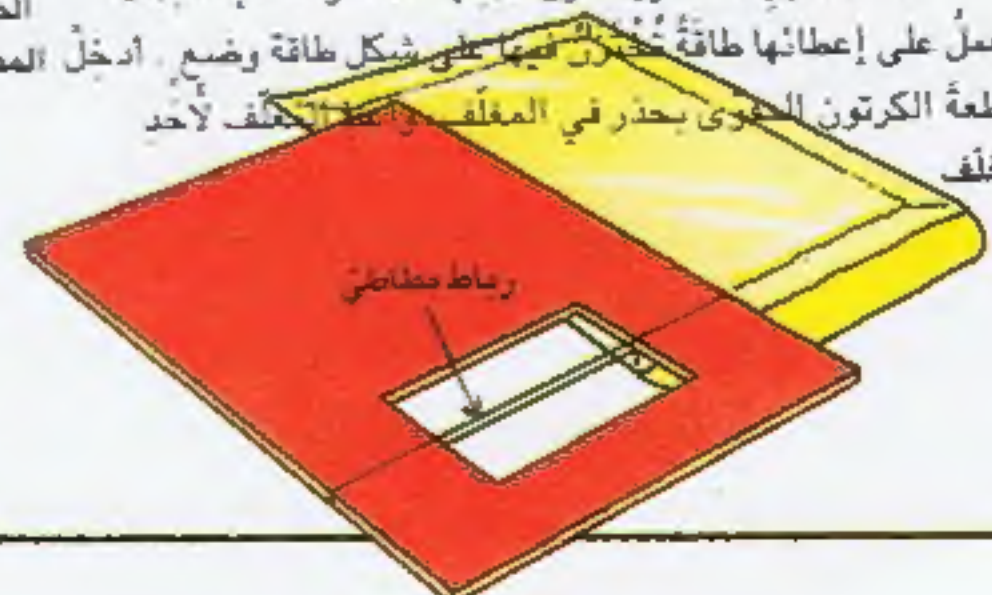


## لعبة للتسلية

أحضِرْ مغلَّفَ رسالةٍ وقصَّ قطعةً من الكرتونِ المقوى بحيثُ تستطيعُ إدخالها في المغلَّفَ . أقطعْ مربعًا صغيرًا من قطعةِ الكرتونِ بالقربِ من أحدِ أطرافها كما هو مبينٌ في الرَّسمِ . ثمَّ ضعْ رباطًا مطاطيًّا حولَ قطعةِ الكرتونِ بحيثُ يمرُّ الرِّباطُ المطاطيُّ فوقَ المربعِ . والآنَ احضِرْ قطعةَ كرتونٍ صغيرةً طولُها أقلُّ بقليلٍ من طولِ ضلعِ المربعِ وثبَّتْها خلالَ الرِّباطِ باستخدامِ شريطٍ لاصقٍ لِفِّ قطعةَ الكرتونِ الصغيرةَ حَوْلَ نَفْسِها عدَّةَ مرَّاتٍ . إنَّك بذلكَ تعملُ على إعطائها طاقةً تُخزَّنُ فيها على شكلِ طاقةٍ وضعٍ . أدخلْ قطعةَ الكرتونِ المحوَّيَ بحذرٍ في المغلَّفَ واسحبْ المغلَّفَ لأحدِ



أصداقك وأطلبْ منه فتحه وإخراج ما فيه . عندما يسحبُ صديقك قطعةَ الكرتونِ المقوى من المغلَّفِ تتحوَّلُ طاقةُ الوضعِ المخزونةُ في قطعةِ الكرتونِ الصغيرةِ إلى طاقةٍ حركيةٍ . فتتحركُ حركةً دورانيةً سريعةً ممَّا قد يقاچيُّ صديقك فيقدِّمها بعيداً عنه . ومن الممكنِ أن تُرسمَ على قطعةِ الكرتونِ المقوى أيَّ شكلٍ تختاره . وجة إنسانٍ مثلاً ، وتلوِّنه . إنَّها لعبةٌ طاقةٌ مسليةٌ حقًّا . العيس كذلك ؟





الطاقة الكهربائية  
تتحول ثانية  
إلى طاقة صوتية عند الطرف الآخر

الطاقة الصوتية  
تدخل إلى الهاتف

الطاقة لا تفنى ولا تُستحدث من العدم . إنها فقط تتحول من شكل لآخر . فالهاتف يحول الطاقة الصوتية إلى طاقة كهربائية لا تلبث أن تتحول ثانية إلى طاقة صوتية .



تتحول في الهاتف  
إلى طاقة كهربائية



الطاحونة الهوائية  
تستخدم طاقة الرياح

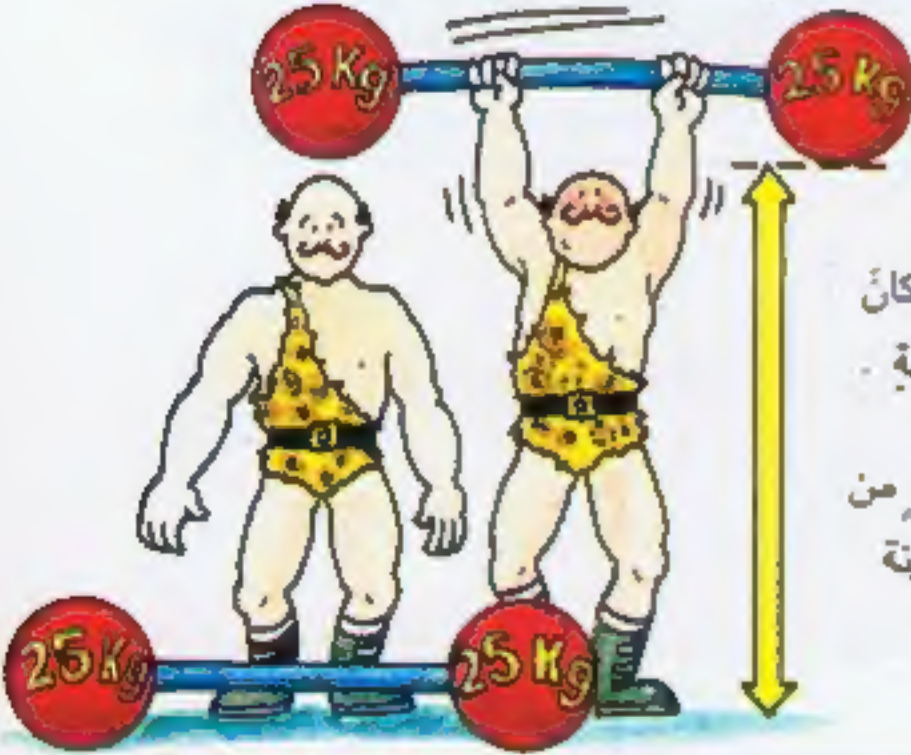
الواح شمسية  
تستخدم الطاقة  
الشمسية

لقد طوّز الناس طرقاً شتى للحصول على الطاقة في الأشكال التي يحتاجونها من أشكال الطاقة الأخرى . مثل استغلال طاقة الرياح والطاقة الشمسية في الاستعمالات المنزلية . وهذا هو المقصود من مصطلح « تسخير الطاقة » .

### قياس الطاقة

نُقاس الطاقة بوحدات يُطلق على إحداها اسم الجول نسبة إلى العالم البريطاني جول الذي كان أول من بين أن الحرارة شكل من أشكال الطاقة .

يحتاج الرجل المبيت في الرسم إلى ألف جول من الطاقة ، يصرفها من الطاقة الكيميائية المخزنة في جسده ، ليرفع الأثقال إلى ارتفاع مترين عن سطح الأرض .



### أحجية طاقة

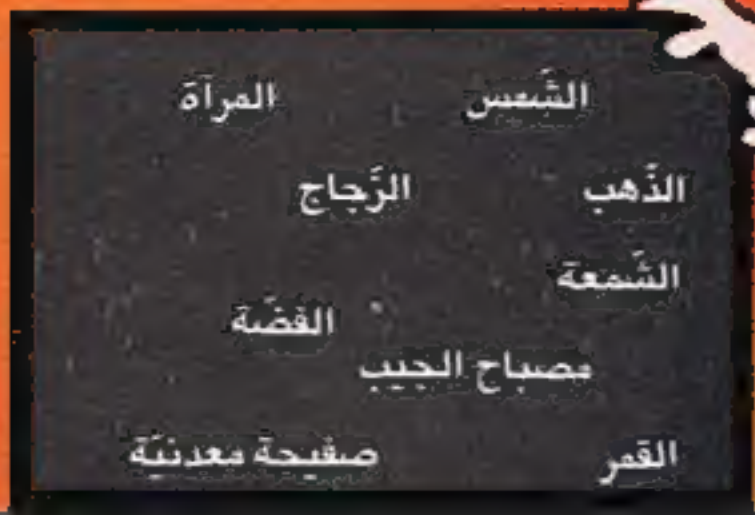


كلب في أعلى درج (١) . يعدو إلى طعامه (٢) . ثم يأكله (٣) . هل يمكنك توضيح تغيرات الطاقة في مختلف مراحل هذه العملية ؟ ما شكل الطاقة التي يمتلكها الكلب في كل مرحلة ؟ (للتأكد من إجابتك انظر ص ٤٧) .



# الطاقة الضوئية

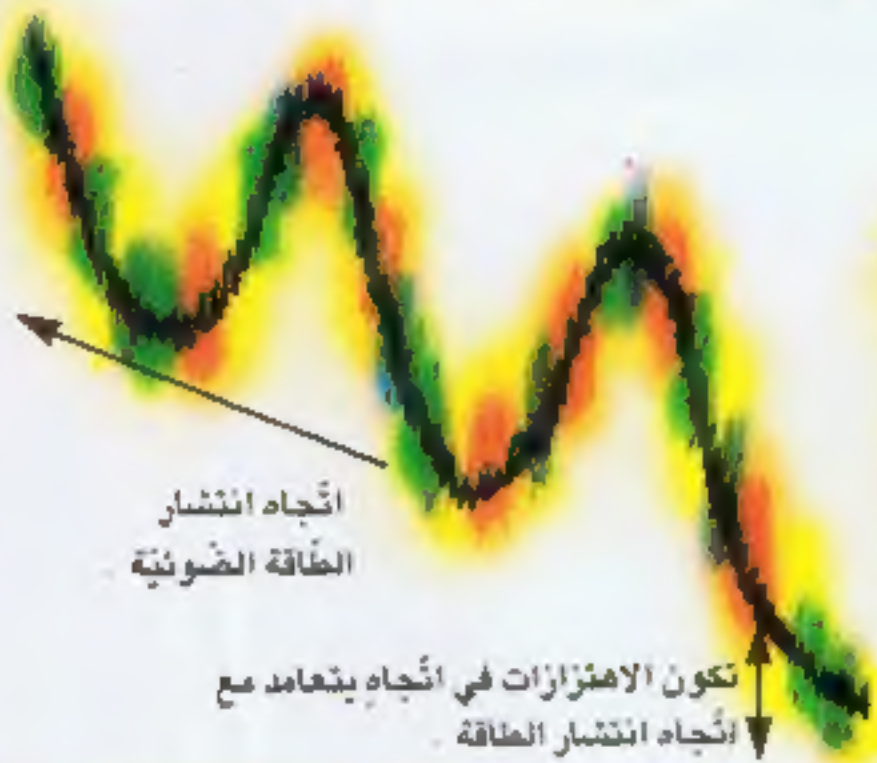
أي الأشياء المذكورة أدناه تعدّ مصادر للضوء ؟ ( انظر ص ٤٧ )  
(لترى فيما إذا كنت مصيباً )



إنّ معظم الطاقة التي تحتاجها تأتي من الشمس ، فهي مصدر للطاقة الحرارية والضوئية على هذه الأرض . وهناك مصادر أخرى للضوء مثل المصابيح الكهربائية .

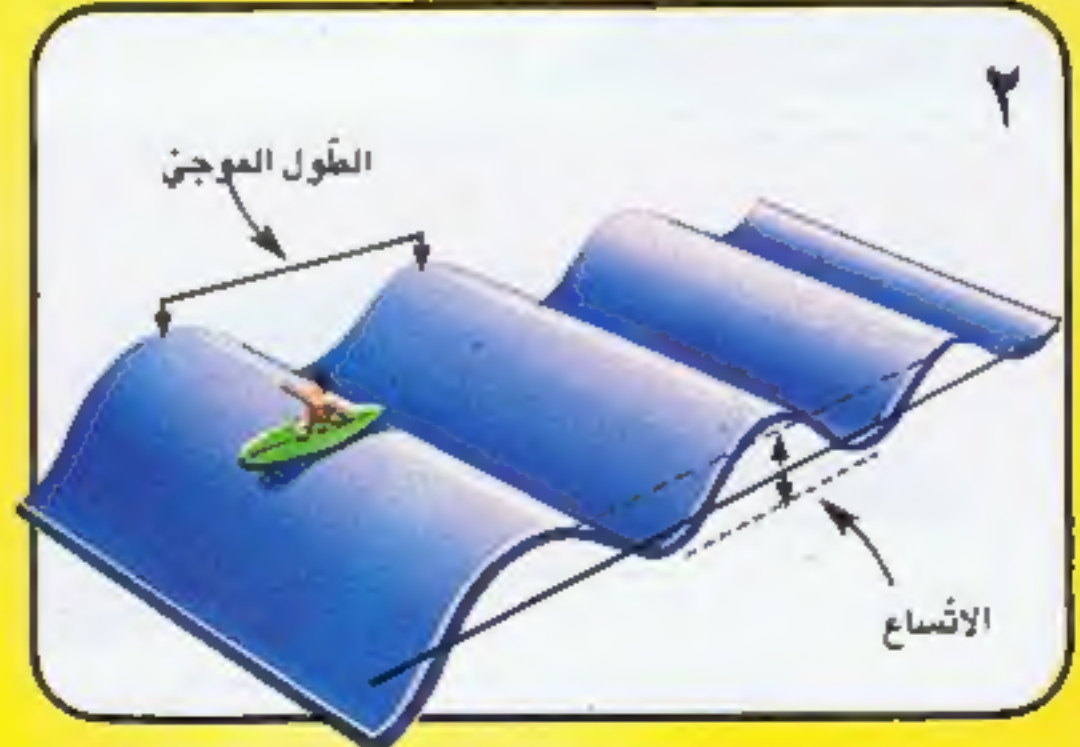
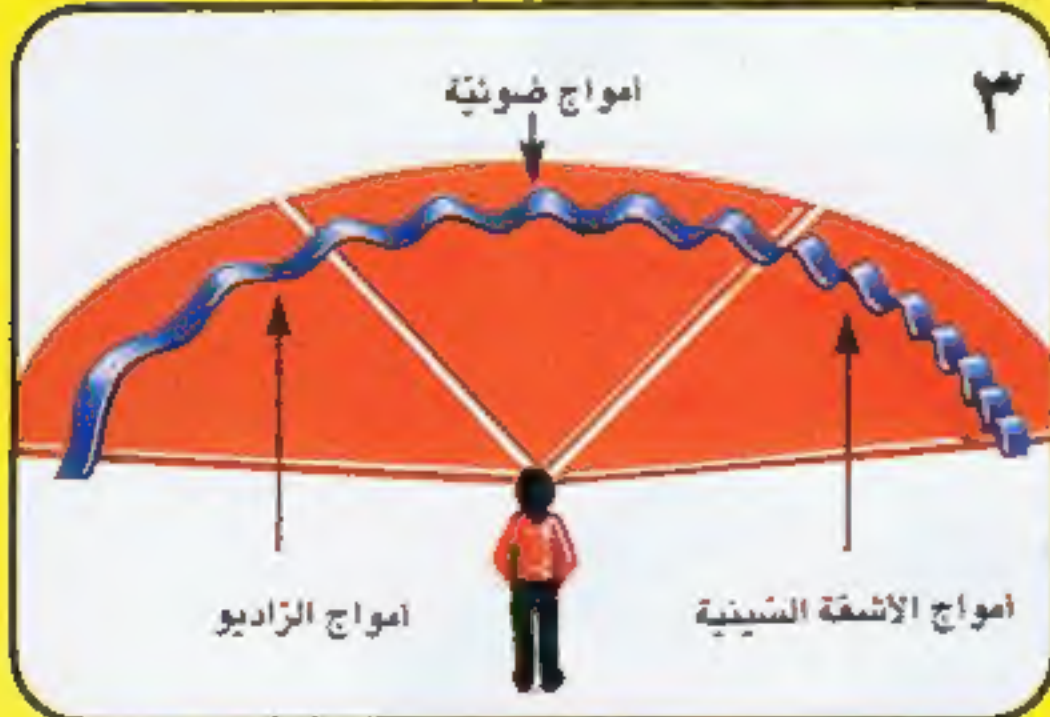
إنّ غالبية الأشياء التي تراها ليست مصادر للضوء بل تعكس الضوء الساقط عليها من مصدر ضوئي فيدخل بعضه عينيك فتراها . وتسمى مثل هذه الأشياء أجساماً مُستضيئة .

## ١ كيف ينتشر الضوء ؟



تصوّر قطعة من الفلين طافية على سطح بركة ماء . إنّ الأمواج المائية تعمل على تحريك قطعة الفلين حركةً موضعيةً إلى أعلى وإلى أسفل ، ولا تتحرك قطعة الفلين في اتجاه انتشار تلك الأمواج . وتنتشر الأمواج الضوئية بالكيفية ذاتها تقريباً ، إذ يتغيّر كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي تغيراً دورياً في اتجاه يتعامد مع اتجاه انتشار الأمواج الضوئية .

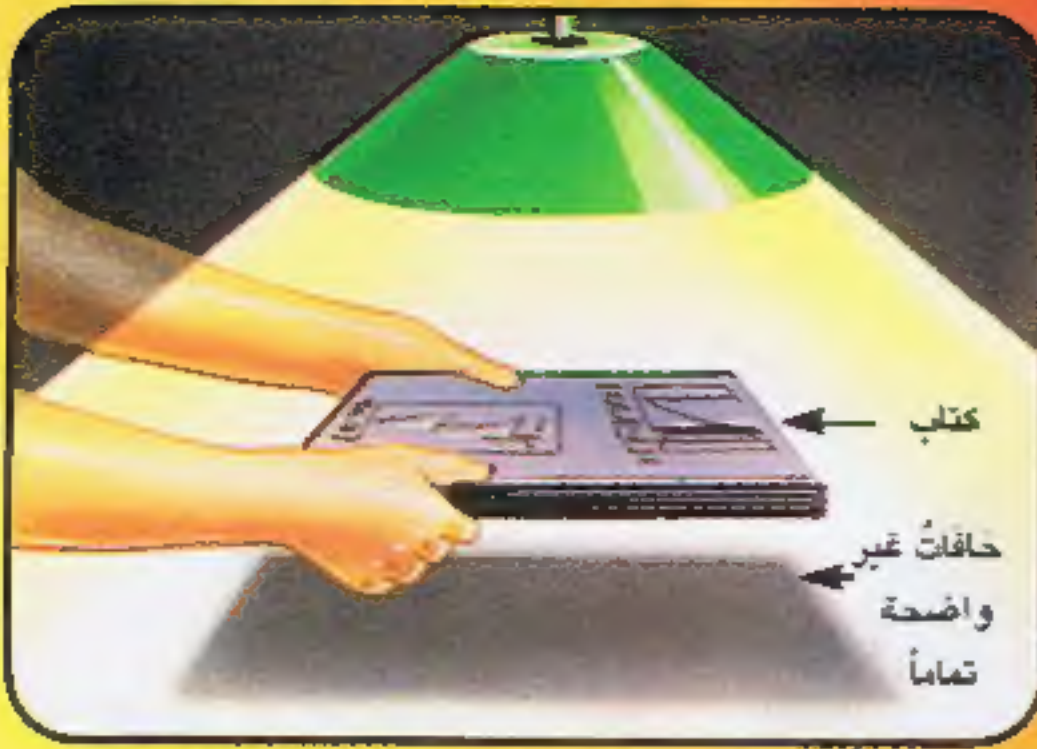
من المستحيل أن ترى بأُمّ عينيك الكيفية التي ينتشر بها الضوء . ويرى علماء الفيزياء أنّ الضوء ينتشر بطريقة تشبه انتشار الأمواج المائية ، كما يرون أنّ الطاقة الضوئية تُحمل على أمواج دقيقة جداً أصغر بكثير من أمواج الماء .



تنتمي الأمواج الضوئية إلى ما يُعرف بالطيف الكهرومغناطيسي\* . ويتضمن هذا الطيف أمواج الأشعة السينية (أشعة إكس) وأمواج التلفزيون وأمواج الراديو والأمواج الحرارية . وتنتشر جميع هذه الأمواج بالسرعة ذاتها ، إلّا أنها تختلف في الطول الموجي ، ممّا تنتج عنه تأثيرات مختلفة لها على الأشياء .

ويمكن تمييز الأمواج بدلالة ثلاث خصائص هي : الطول الموجي ، ويُعرف بالمسافة بين قمتين متتاليتين أو بين نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور . والاتساع ، وهو أقصى إزاحة على أحد جانبي موضع السكون . التردد ، ويُقصد به عدد الأمواج في وحدة الزمن .





ضع كتاباً تحت مصدر ضوئي (مصباح كهربائي) كما ترى في الشكل. إن الضوء الساقط على الكتاب ينعكس عنه مما يؤدي إلى تكون ظل للكتاب تحته مباشرة، وتكون حافات هذا الظل غير واضحة تماماً بسبب كبر المصدر الضوئي، إذ أن كل نقطة من فتيلة المصباح تصدر أمواجاً ضوئية في جميع الاتجاهات، مما يعني أن الحافات يصلها ضوء من بعض هذه النقاط في حين لا تصلها ضوء من النقاط الأخرى.



تسمح بعض المواد كالزجاج والهواء بمرور الضوء خلالها ويُطلق على مثل هذه المواد اسم المواد الشفافة. وعندما يسقط الضوء على مادة غير شفافة (لا تسمح بمرور الضوء خلالها) يتكون لها ظل في المكان الذي لا يصله الضوء.

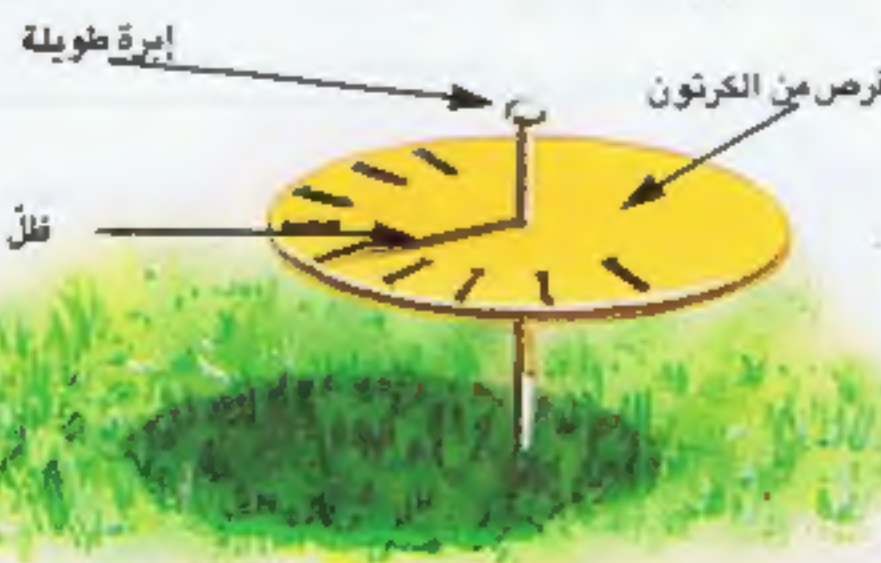
في يوم مشمس، انظر كم يكون طول ظلك في منتصف النهار، وكم يكون طوله عند العصر. إن طول ظلك يعتمد على زاوية سقوط أشعة الشمس عليك.

حاول أن تتصور الضوء سبلاً من الأمواج المنبعثة من مصدر ضوئي تنتشر في خطوط مستقيمة، حتى إذا صادفت جسمًا انعكست عنه فتكون له ظل.

## من فوائد الظلال



لصنع ساعة شمسية احضر قطعة من الكرتون على هيئة قرص دائري ثم اعرز في مركزها إبرة طويلة وثبتها على الأرض بحيث يكون القرص أفقياً، علم بقلم رصاص مثلاً مكان ظل الإبرة المتكون على القرص كل ساعة، فتكون بذلك قد صنعت ساعة شمسية.



لقد ساعدت الظلال الناس قديماً على معرفة الوقت قبل اختراع الساعات فاستخدموا لذلك الساعة الشمسية. ولا يزال بعض الناس يمتلكون مثل هذه الساعة في حدائقهم ويعرف الوقت من خلال طول الظل أو وضعه، وتعمل هذه الساعة في ساعات النهار فقط.

## كم تبلغ سرعة الضوء ؟

ينتشر الضوء بسرعة فائقة تبلغ ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية الواحدة، وهذه السرعة أكبر من سرعة طائرة الكونكورد بأثنين وأربعين ألف مرة.



# رُؤْيَةُ الْأَشْيَاءِ

تَعْمَلُ كُلُّ مِنَ الْعَيْنِ وَالْكَامِيرَا بِالطَّرِيقَةِ ذَاتِهَا ،  
فَالضَّوءُ يَمُرُّ مِنْ خِلَالَهُمَا وَيَكُونُ صُورًا  
دَاخِلَهُمَا . وَبِمَكَانِكَ فَهُمُ الْكَيْفِيَّةُ الَّتِي تَتَكَوَّنُ  
فِيهَا الصُّورُ دَاخِلَ الْعَيْنِ وَالْكَامِيرَا إِذَا قُمْتَ  
بِصُنْعِ الْكَامِيرَا ذَاتِ الثَّقَبِ وَفَقِ الْخُطُوبِ  
التَّالِيَةِ :

١ احْضِرْ صَنْدُوقًا مِنَ الْكَرْتُونِ  
( صَنْدُوقَ خِذَاءٍ مِثْلًا ) ، ثُمَّ اقْطَعْ  
مِنْ وَسْطِ أَحَدِ جَوَانِبِهِ مَرَبَّعًا بِطُولِ ٤  
سَم ، وَغَطِّ هَذَا الْجُزْءَ بِقِطْعَةٍ مِنَ  
الْوَرَقِ الْأَسْوَدِ بِحَيْثُ تَلَصِّقُهُ مِنَ  
الدَّخْلِ .

٣ اَعْمَلْ ثَقَبًا صَغِيرًا فِي مُنْتَصَفِ  
الْوَرَقَةِ السَّودَاءِ ، ثُمَّ ضَعِ الصَنْدُوقَ  
بِحَيْثُ يَكُونُ الثَّقَبُ فِي مُوَاجِهَةِ  
مَصْبَاحِ ضَوْئِي . انْظُرْ إِلَى الشَّاشَةِ  
( الْوَرَقَةِ الْبَيْضَاءِ ) . سَتَرَى صُورَةً مَقْلُوبَةً  
لِلْمَصْبَاحِ .

## مَا الَّذِي يَخْدُثُ ؟

يَنْتَشِرُ الضَّوءُ مِنَ الْمَصْبَاحِ الضَّوئِيِّ فِي خُطُوبٍ مُسْتَقِيمَةٍ  
يُسَمَّى الْوَاحِدُ مِنْهَا شُعَاعًا . إِنَّ بَعْضَ هَذَا الضَّوءِ يَدْخُلُ إِلَى  
الصَنْدُوقِ عَبْرَ الثَّقَبِ الصَّغِيرِ . يَسْقُطُ الشُّعَاعُ الضَّوئِيُّ  
الضَّارِعُ عَنْ قِمَّةِ الْمَصْبَاحِ عَلَى نَقْطَةٍ تَقَعُ فِي الْجُزْءِ  
السُّفْلِيِّ لِلشَّاشَةِ ، فِي حِينٍ يُسْقُطُ الشُّعَاعُ الضَّارِعُ عَنِ قَاعِ  
الْمَصْبَاحِ عَلَى نَقْطَةٍ تَقَعُ فِي الْجُزْءِ الْعُلَوِيِّ لِلشَّاشَةِ . وَهَذَا  
يُفَسِّرُ تَكَوُّنَ صُورَةٍ مَقْلُوبَةٍ لِلْمَصْبَاحِ .

كَلَّمَا اتَّسَعَ الثَّقَبُ كَانَتْ  
الصُّورَةُ أَقْلَ وَضُوحًا .

اجْعَلِ الثَّقَبَ أَكْبَرَ قَلِيلًا . سَتَلَاظِمُ أَنَّ الصُّورَةَ أَصْبَحَتْ  
أَقْلَ وَضُوحًا مِنْ قَبْلُ ، ذَلِكَ لِأَنَّ الْأَشْعَاءَ الضَّارِعَةَ عَنْ كُلِّ  
جُزْءٍ مِنَ الْمَصْبَاحِ يُمْكِنُ أَنْ تَكُونُ صُورَةً عَلَى مَسَاحَةِ  
وَاسِعَةٍ مِنَ الشَّاشَةِ . وَبِالتَّالِيِ تَدْخُلُ الصُّورُ الْمُخْتَلِفَةُ  
الْمَتَكَوِّنَةُ فَتُؤَدِّي إِلَى غَدَمِ وَضُوحِ الصُّورَةِ .

إِذَا قُمْتَ بِعَمَلِ ثَقَبَيْنِ صَغِيرَيْنِ آخَرَيْنِ ، فَسَتَجِدُ أَنَّ هُنَاكَ  
صُورَتَيْنِ أُخْرَيَيْنِ عَلَى الشَّاشَةِ ، لِأَنَّ كَمِيَّةً قَلِيلَةً مِنَ الضَّوءِ  
فَقَطْ تَسْتَطِيعُ أَنْ تَمُرَّ خِلَالَ كُلِّ ثَقَبٍ ، فَتَحْصُلُ عَلَى صُورَةٍ  
وَاضِحَةٍ وَمُنْفَصِلَةٍ عَلَى الشَّاشَةِ .

تُسَمَّى هَذِهِ الْخُطُوبُ أَشْعَاءَ  
ضَوْئِيَّةً . إِنَّهَا تَبِينُ اتِّجَاهَ انْتِشَارِ  
الضَّوءِ .





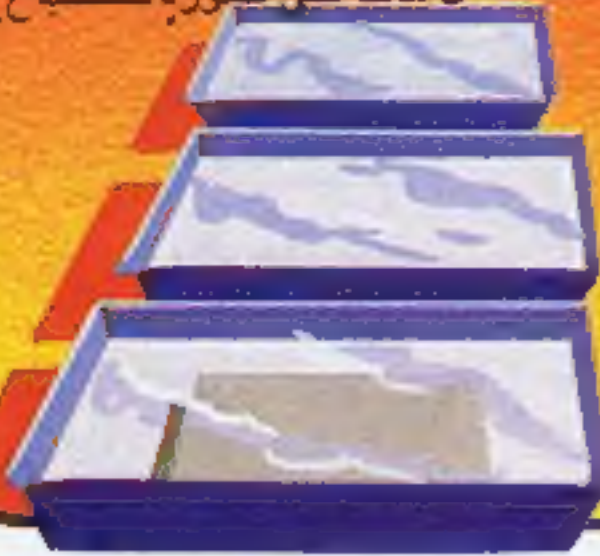
## التصوير بالكاميرا ذات الثقب

لأخذ صورة باستخدام الكاميرا ذات الثقب أزل الورقة الشفافة ثم أحضر غطاء مناسباً لهذا الجانب من الصندوق . وفي غرفة مظلمة تماماً إلا من الضوء الأحمر ضع ورقة خاصة بالتصوير ( فيلم ) مكان الورقة الشفافة . ثم ضع الغطاء خلفها وأصقها جيداً بورق لاصق . غط الثقب الصغير بإصبعك



ضع الصندوق بحيث يكون الثقب مواجهاً للمصباح الضوئي . واسمَح للضوء بالسقوط على الفيلم برفع إصبعك من على الثقب لمدة دقيقة واحدة . ثم غط الثقب بإصبعك ثانية . وفي غرفة مظلمة تماماً إلا من الضوء الأحمر انزع الفيلم ثم ضع في وعاء

يحتوي محلولاً مظهرًا للأفلام وحرك الفيلم في المحلول إلى أن تظهر الصورة . بعد ذلك قم بغسل الفيلم جيداً بالماء ثم ضع في وعاء يحتوي محلولاً مثبتاً للأفلام . والآن اغسل الفيلم بالماء لمدة عشرين دقيقة . فتحصل بذلك على صورة للمصباح

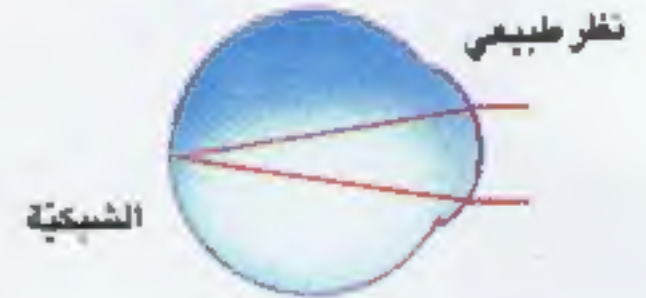
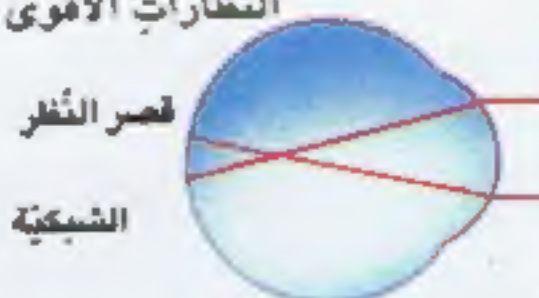


والكاميرات . وتعمل العدسة ( المحدبة ) على تجميع الضوء في نقطة محددة . والعدسات هي عبارة عن أجسام شفافة ذات سطحين منحنيين .

جرب أن تستخدم نظارات يضعها بعض أصدقائك . إنك ستجد أن بعضها أقوى من البعض الآخر . كما أن النظارات الأقوى ستجعلك ترى الأشياء غريبة من حولك .

إن الصور المأخوذة بالكاميرا ذات الثقب لا تكون واضحة تماماً . ويرجع السبب في ذلك إلى عدم وجود عدسة فيها .

توجد العدسات في العين والنظارات الطبية والمناظير ( التلسكوبات ) والمجاهر ( المايكروسكوبات )



إذا كنت مصاباً بطول النظر فإن الأشعة تتجمع خلف الشبكية . وتحتاج في هذه الحالة إلى نظارات طبية ذات عدسات محدبة ( انحناء سطحها نحو الخارج ) لتصحيح ذلك

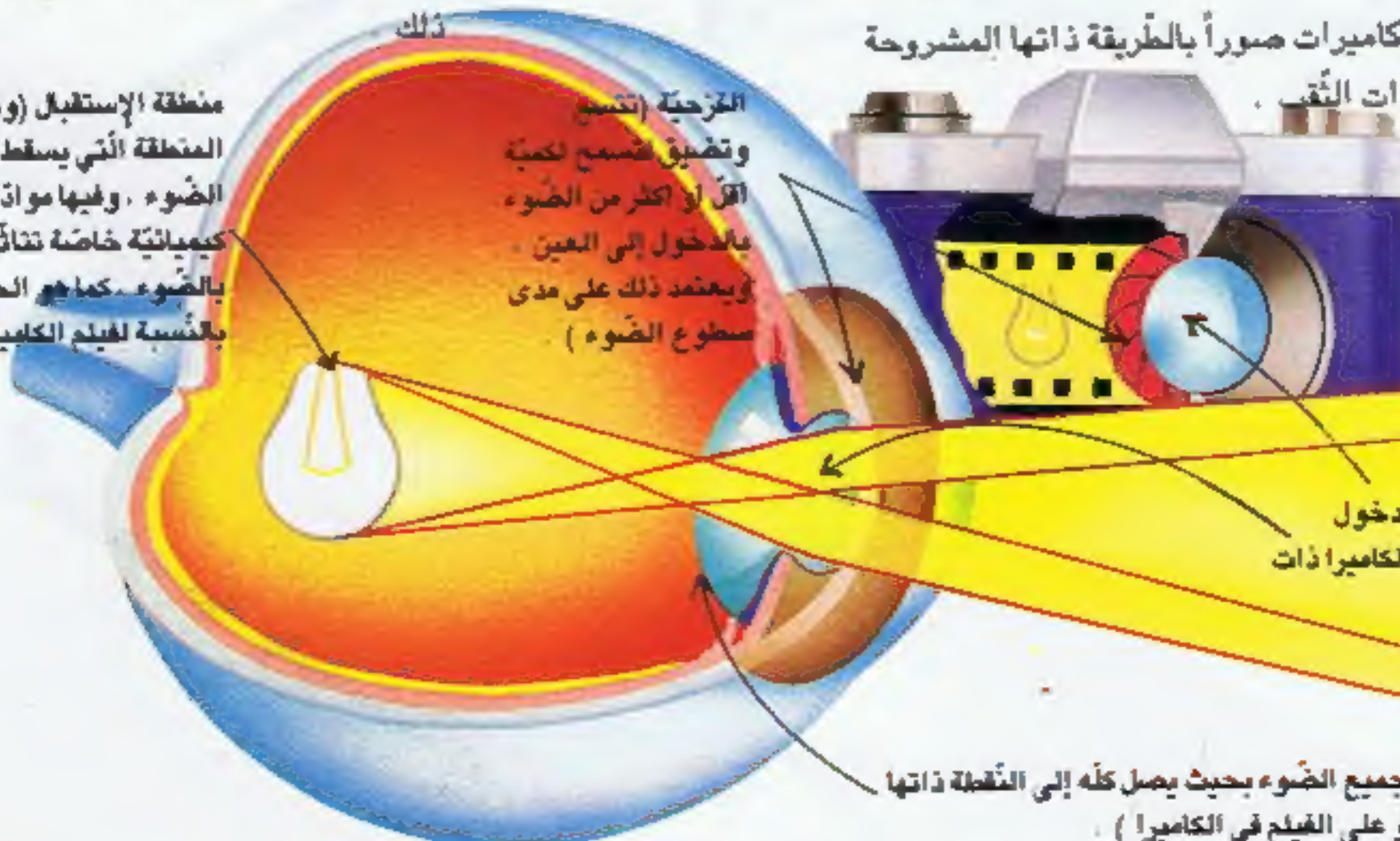
إذا كنت مصاباً بقصر النظر فإن الأشعة تتجمع قبل أن تبلغ الشبكية . لذا فإنك تحتاج إلى عدسات مقعرة ( انحناء سطحها نحو الداخل ) لتصحيح ذلك

إذا كانت عينك سليمة تماماً فإن الأشعة الصادرة عن نقطة معينة تتجمع في نقطة تقع على شبكية العين في مؤخرة العين .

وتكون العينان والكاميرات صوراً بالطريقة ذاتها المشروحة بالنسبة للكاميرا ذات الثقب .

منطقة الاستقبال (وهي المنطقة التي يسقط عليها الضوء . ولها موانع كيميائية خاصة تتأثر بالضوء . كما هو الحال بالنسبة لفيلم الكاميرا )

الغزبية (تسمح وتضيق فتسمح لكمية أقل أو أكثر من الضوء بالدخول إلى العين . ويعتمد ذلك على مدى سطوع الضوء )





# الانعكاس

هناك أشياء كثيرة من حولك تعكس الضوء مثل : الشبائيك والواح الزجاج والسيارات الملمعة جيداً والقوارب المصقولة وسطح بركة ماء هادئة ، والصفائح المعدنية . إلا أن الانعكاس يكون أفضل في المرايا لأنها مصقولة وملساء .



فغف إلى جانب صديقك أمام مرآة هل تلاحظ اختلافاً بين صورة صديقك وبين ما اعتدت مشاهدته عليه ؟ إن السبب في هذا الاختلاف يعود إلى أن المرأة تُحدث تعبيراً في صور الأشياء التي تقع أمامها

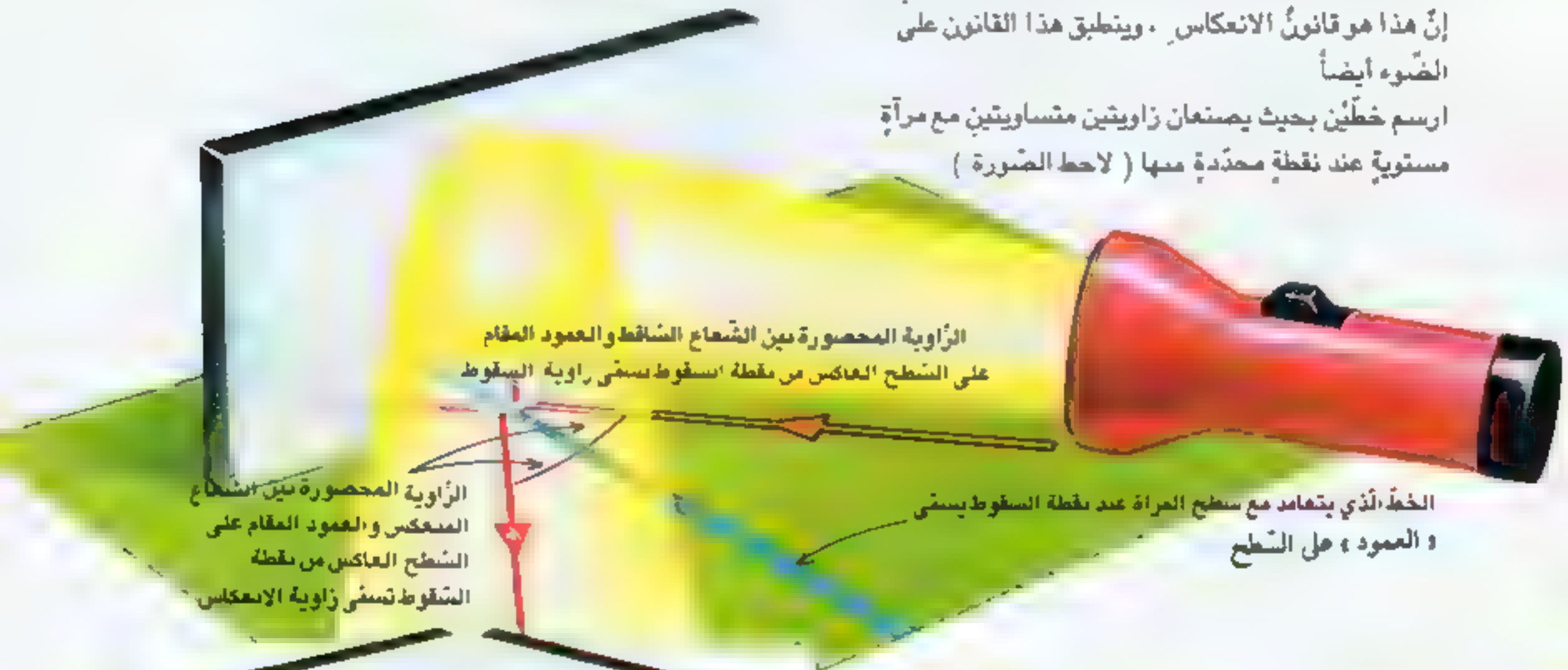
جرب أن تعمر بغيك اليمنى أثناء وقوفك أمام امرأة ، فسيبدو لك أن صورتك في المرآة تعمر بغيها اليسرى . إن صورتك التي تراها في المرآة معكوسة جانبياً

أسقط شعاعاً من الضوء بحيث يسقط الشعاع على أحد الخططين ( يمكنك استخدام مصباح جيب كهربائي لهذه الغاية ) . ستلاحظ أن المرآة تعكس هذا الشعاع بحيث ينطبق على الخط الآخر . إن زاوية السقوط وزاوية الانعكاس تكون دائماً متساويتين

## قانون الانعكاس

إذا قدفت بكرة في اتجاه يتعامد مع حائط ، فإنها سترتد عنه في اتجاه يتعامد معه أيضاً . أما إذا قدفت الكرة بحيث تسقط على الحائط بزاوية معينة فإنها سترتد عنه هذه المرة بزاوية مساوية لزاوية السقوط . جرب ذلك بنفسك . ولاحظ النتيجة إن هذا هو قانون الانعكاس . وينطبق هذا القانون على الضوء أيضاً

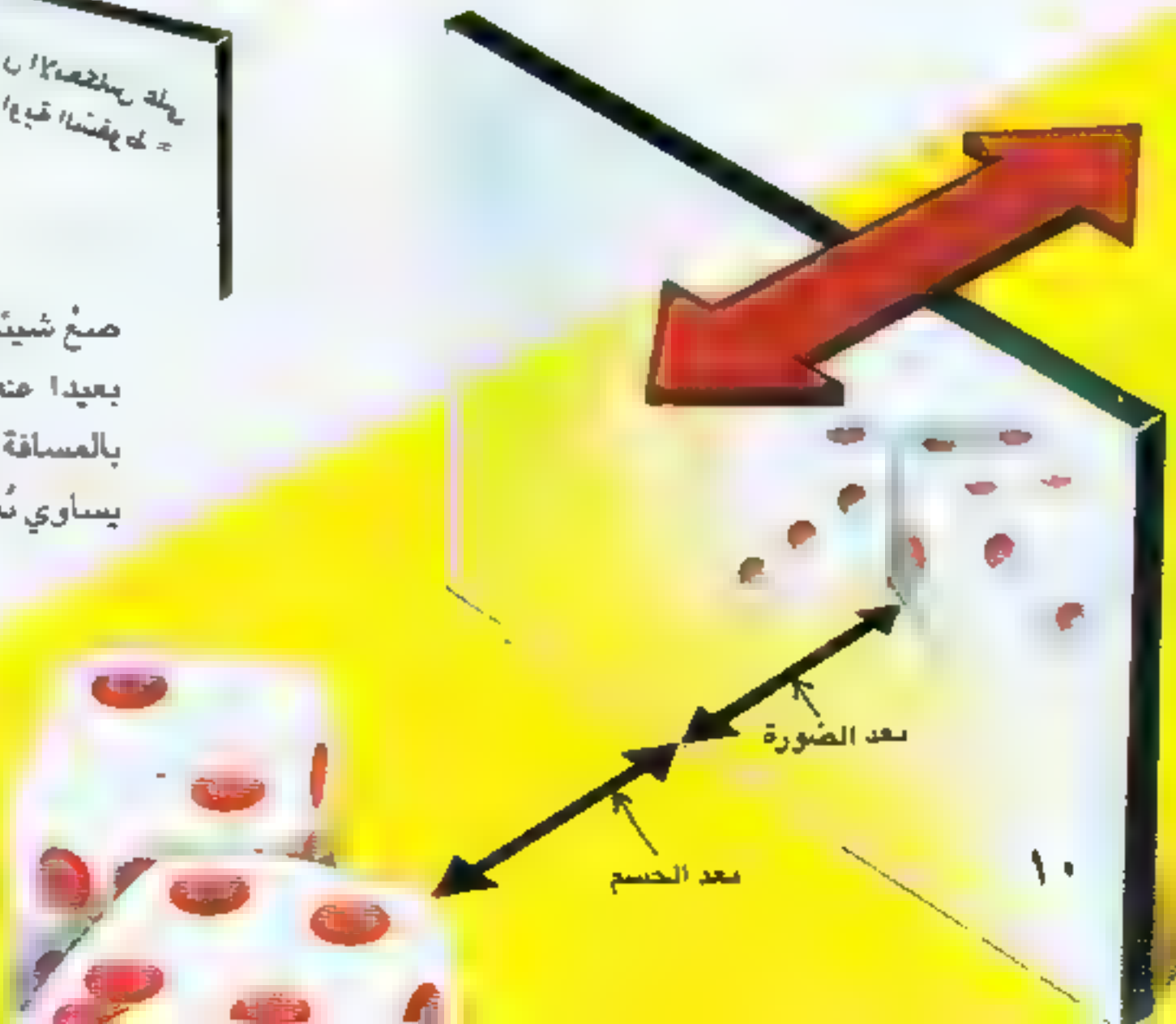
ارسم خطين بحيث يصنعان زاويتين متساويتين مع مرآة مستوية عند نقطة محددة منها ( لاحظ الصورة )



يمكن كتابة قانون الانعكاس على الشكل التالي : زاوية السقوط = زاوية الانعكاس .

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس  
زاوية السقوط = زاوية الانعكاس  
زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

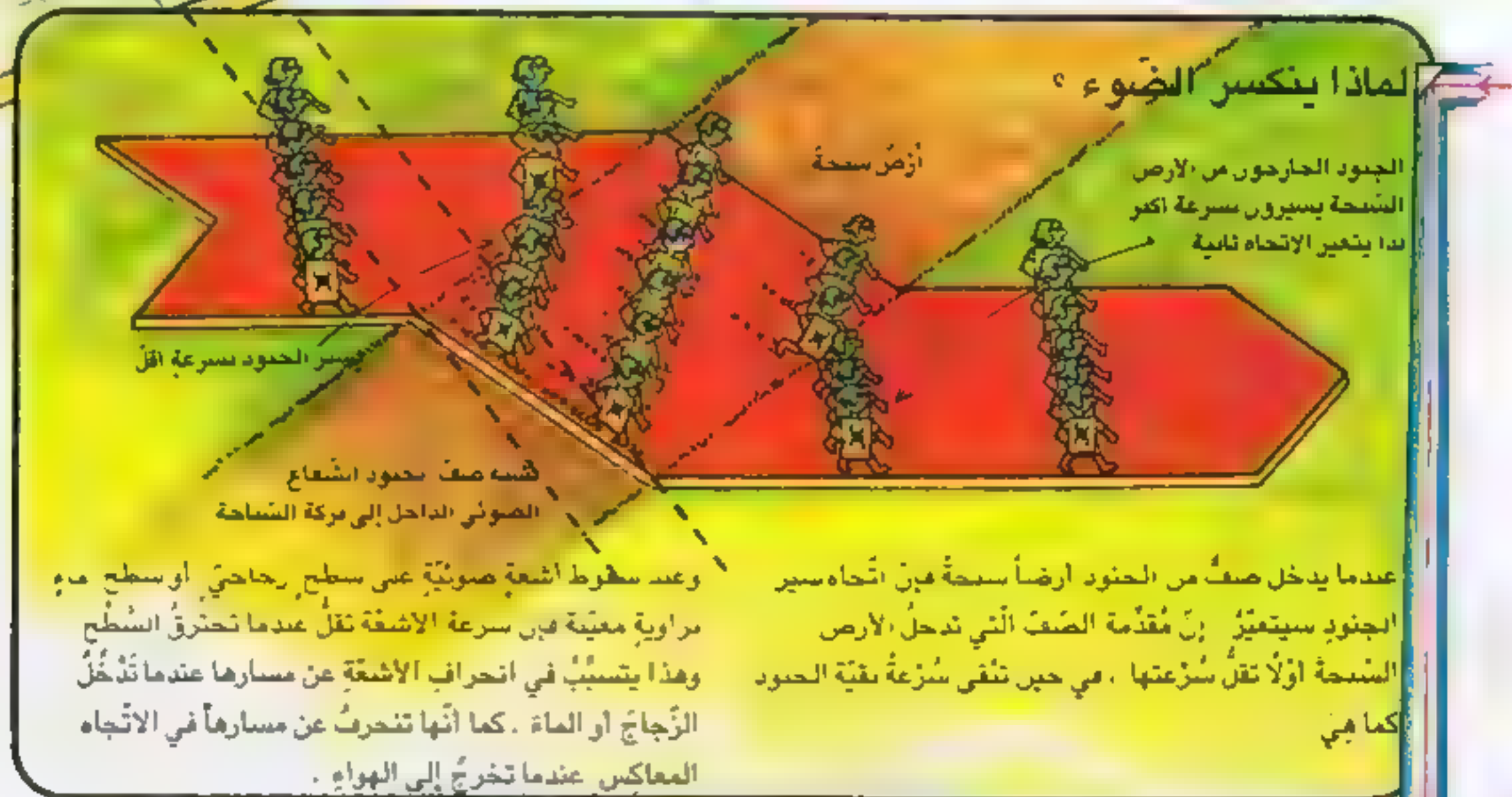
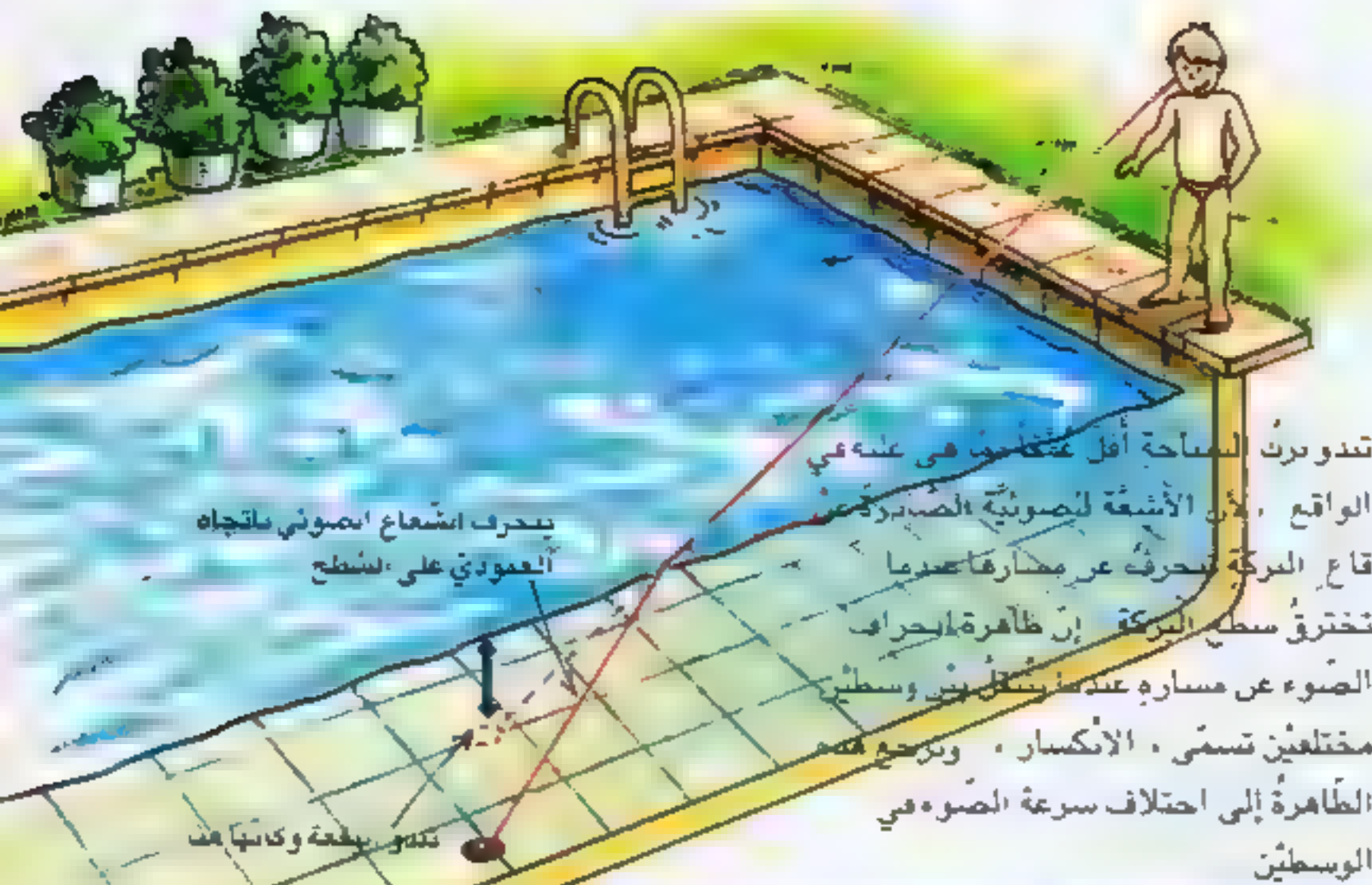
صنع شيئاً أمام مرآة صغيرة مثل زهر الرد حرك المرآة بعيداً عنه ، ولاحظ كيف تتحرك الصورة مبتعدة داخل المرآة بالمسافة ذاتها وهذا صحيح دائماً ، فبعد الجسم عن المرآة يساوي بُعد الصورة عنها





# الانكسار

تستطيع أمواج الضوء الانتقال عبر الأجسام الشفافة ، غير أن سرعتها تقل عندما تدخل تلك الأجسام ، تماماً مثلما تدخل أنت إلى البحر فإن الماء يقلل من سرعتك ، وتكون سرعة الضوء في الهواء أكبر منها في الماء وأكبر منها في الزجاج ، إذ تقل سرعة الضوء في الماء بنسبة ٢٥٪ وفي الزجاج بنسبة ٢٥٪ عن سرعته في الهواء



وفي بعض الأحيان لا يخرج الضوء من الماء أو الزجاج لأنه يسقط على السطح بزاوية كبيرة جداً ، نرى انعكاساً ثانياً إلى داخل الماء أو الزجاج ، ويسمى هذا الانعكاس الانعكاس الداخلي الكلي ، وهو دونه فوائد حتمية

وهي أحياناً أخرى يخرج الضوء من الزجاج أو الماء في اتجاه السطح إن ذلك يحدث فقط عندما يسقط الضوء على السطح بزاوية معينة تُعرف بالزاوية الحرجة وتختلف هذه الزاوية من مادة إلى أخرى



# الألوان



ليس الضوء الأبيض إلا مجموعة صغيرة من أمواج الطيف الكهرومغناطيسي وهو مزيج من ألوان مختلفة بأطوال موجية مختلفة .

وقد اكتشف إسحاق نيوتن عام ١٦٦٦ أن الضوء يتألف من ألوان مختلفة ، وذلك عندما سمح لأشعة الشمس الداخلة إلى غرفته المظلمة من فتحة صغيرة في المائدة بالسقوط على منشور زجاجي . إذ عمل المنشور على تحليل الضوء إلى عدة ألوان ظهرت على حائط الغرفة ، وسماها نيوتن « الطيف الشمسي » Solar Spectrum .

## الحصول على الطيف الشمسي

عندما تمر أشعة الشمس خلال قطرات المطر فإنها تتحلل إلى ألوان مختلفة إن قطرة الماء ، هي هذه الحالة ، تعمل عمل المنشور

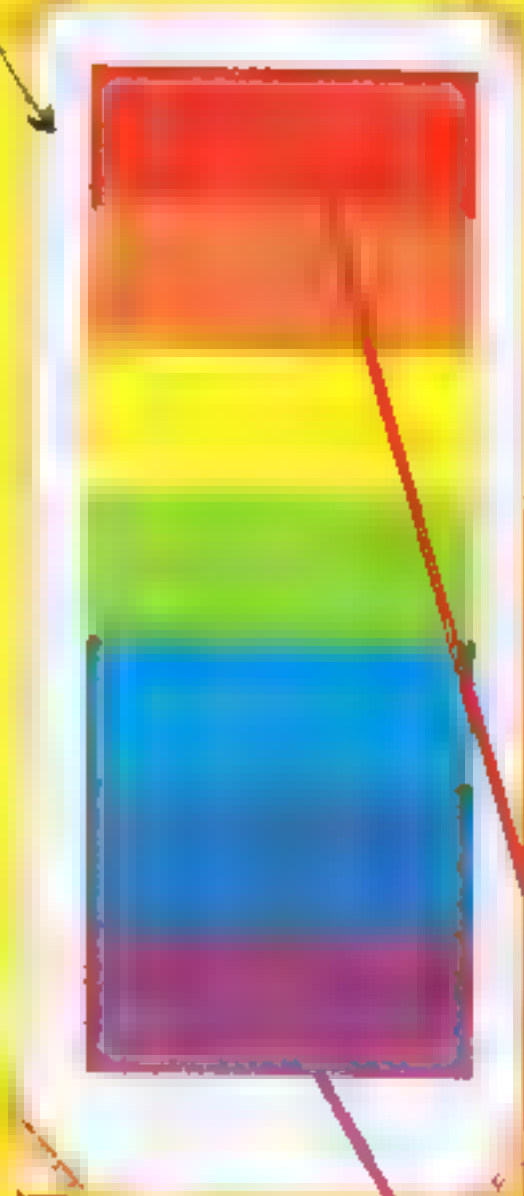
ويمكنك إجراء تجربة تحلل فيها ضوء الشمس إلى ألوان الطيف باتباع الخطوات التالية

في يوم مشمس ، إما في الصباح الباكر أو بعد العصر ، ويفضل الوقت الأخير هذا ( ضع مرآة مستوية داخل صندوق من البلاستيك مملوء بالماء بحيث تملأ المرآة بزاوية على قاع الصندوق وترتكز على حافته ( لاحظ الصورة ) ضع الصندوق في مواجهة نافذة مقابلة للشمس بحيث تسقط أشعة الشمس على الصندوق - عدّل وضع الصندوق أو المرآة أو الاثنين معاً حتى ترى ألوان الطيف على الحائط أمامك

يشكل سطح الماء في الصندوق و سطح الماء الملاصق للمرآة منشوراً مائياً يعمل على تحليل ضوء الشمس ، إذ تنكسر أمواج الضوء بزاوية مختلفة تعتمد على طولها الموجي . فاللون الأحمر ذو الطول الموجي الأكبر ينكسر بزاوية صغيرة ، في حين تكون زاوية انكسار اللون البنفسجي كبيرة نظراً لصغر طولها الموجي .

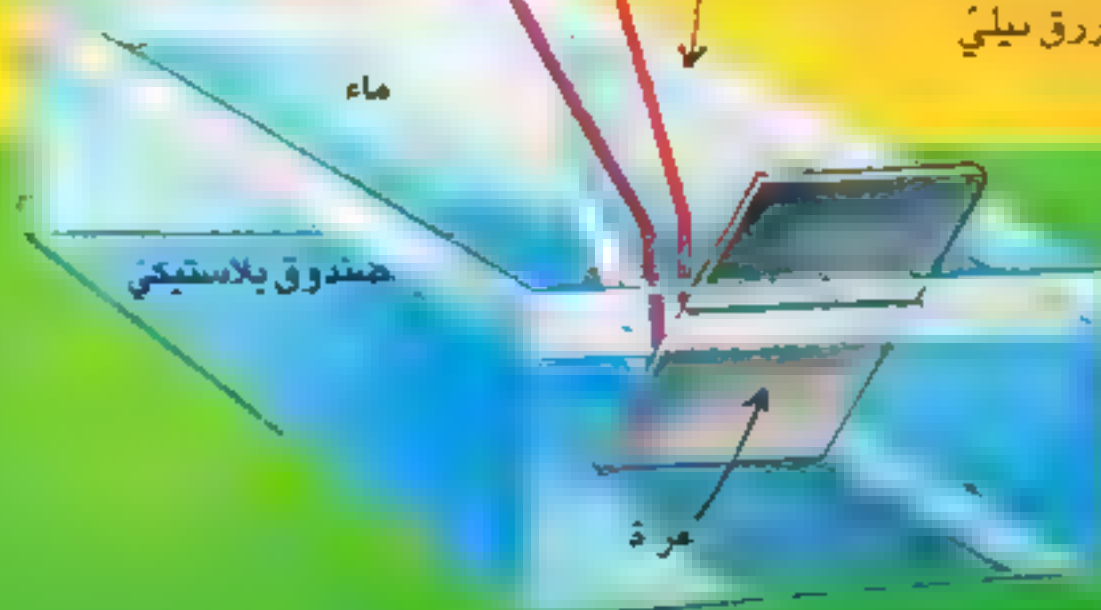
وبالتالي فإن ألوان الطيف الشمسي تظهر دائماً على نفس النسق الأحمر البرتقالي أصفر أخضر أزرق بيلي بنفسجي

إذا لم يكن الحائط أبيض اللون ، ضع طبقاً من الورق المقوي الأبيض على الحائط في المكان الذي سيسقط عليه الضوء فتظهر عليه الألوان



عدّل موضع الصندوق والمرآة حتى تحصل على ألوان الطيف الشمسي على الحائط أمامك

بعد ذلك أن ترى كيف تمتزج الألوان معاً لتشكل الضوء الأبيض ، وذلك بخفض الماء في الصندوق البلاستيكي المستخدم في التجربة السابقة عن طريق تحريك أصابع يديك داخل الماء . ستلاحظ أن الألوان تصبح باهتة ثم لا تلبث أن تتحول إلى اللون الأبيض وبالزعم مما ذكرناه عن تكون الطيف الشمسي من الألوان أنتي عدّها سابقاً ، فإن كل لون من هذه الألوان يتكوّن من مدى عريض من الأمواج بأطوال موجية مختلفة . فاللون الأصفر مثلاً يتألف من عدد من الأمواج تتدرّج من الأصفر البرتقالي إلى الأصفر المخضر



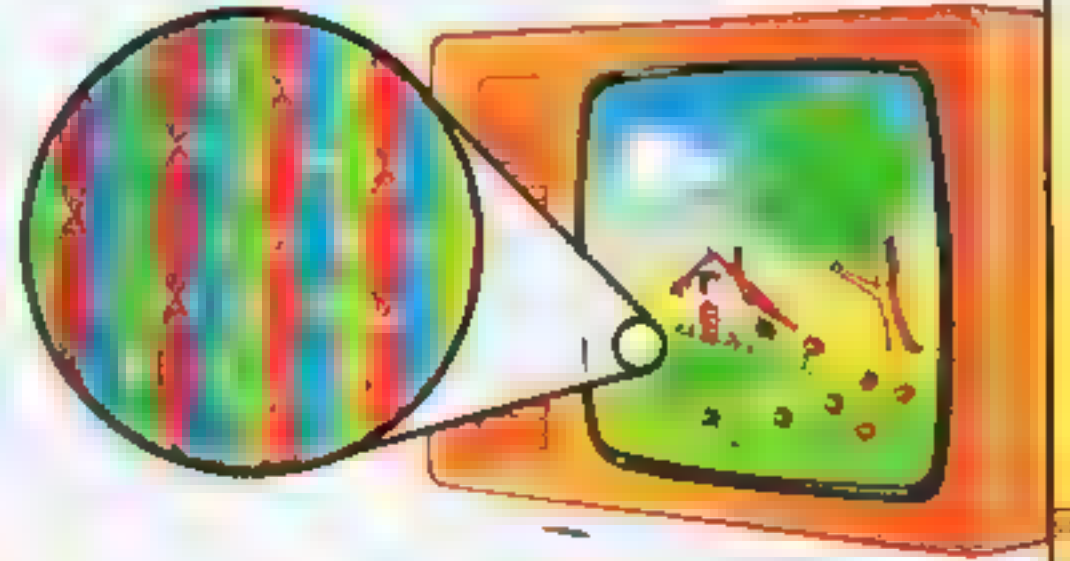


## مَزْجُ الألوان

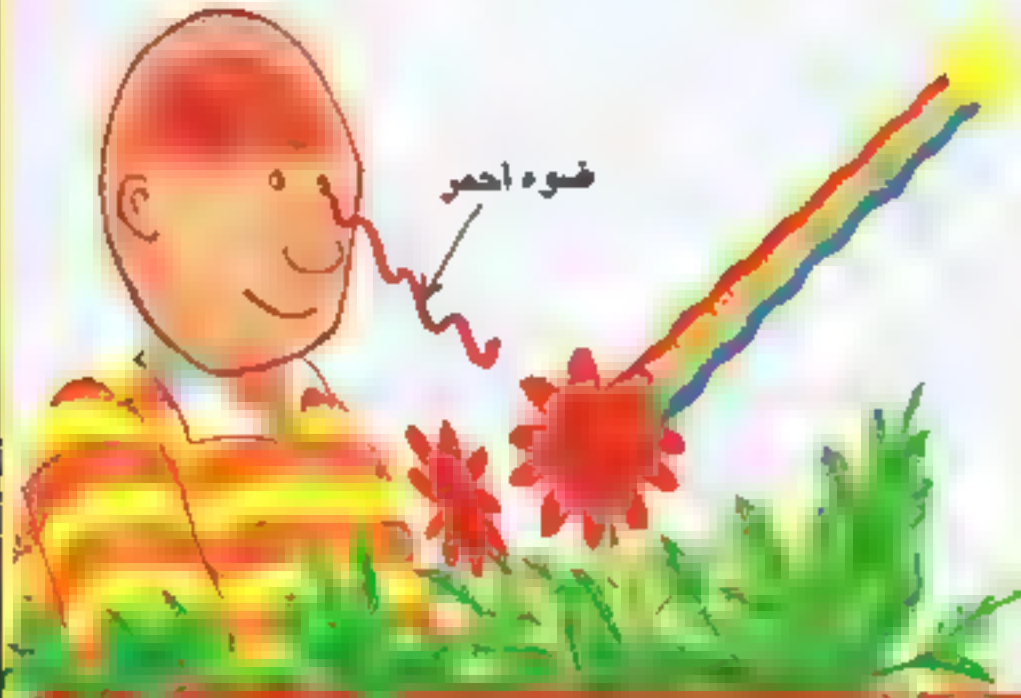
يُمْكِنُكَ مَزْجُ الألوان بطريقتين: أولاً مَزْجُ أشعةٍ ضوئيةٍ بالألوانِ المختلفةِ، والآخرى مَزْجُ دهاناتٍ مختلفةٍ الألوانِ والألوانِ الرئيسيةِ في العلومِ هي الأحمرُ والأخضرُ والأزرقُ وتسمَّى هذه الألوانُ «الألوانِ الأوليةِ». فإذا ما قُمَ مَزْجُ ضوءٍ أحمرٍ وأخضرٍ وثالثٍ أزرقٍ معاً قَبْلَ الضَّوئيةِ الناتجةِ يكوُنُ أبيضُ اللونِ كما يتضحُ من الرسمِ.

مَزْجُ لونٍ أحمرٍ معَ لونٍ أخضرٍ يعطِي لوناً أصفرَ  
مَزْجُ لونٍ أحمرٍ معَ لونٍ أزرقٍ يعطِي لوناً أرجوياً  
مَزْجُ لونٍ أخضرٍ معَ لونٍ أزرقٍ يعطِي لوناً باسماً

تتألفُ الصُّورَةُ التِّلْمِزِيوِيَّةُ الملوَّنةُ من هذه الألوانِ الأوليةِ والصُّورَةُ الواحدةُ تتكوَّنُ من ملايينِ النُّقْطِ اللامعةِ بَعْضُهَا أَحْمَرُ وبعضُهَا أَخْضَرُ وبعضُهَا أَخْضَرُ أَزْرَقُ. ويمتزجُ الضَّوئيةُ الصَّادِرَةُ عن هذه النُّقْطِ ليشكُلَ الألوانَ المختلفةَ التي تراها على الشَّاشَةِ



إنَّ الدَّهَانَ وسائرَ الأشياءِ الملوَّنةِ الأخرى تحتوي على أصباغٍ تُغطِّي الشَّيْءَ لَوْنَهُ المُمَيِّزُ. فعندما نقولُ إنَّ شيئاً ما أَحْمَرُ اللونِ فإنَّ ذلكَ يعني أنَّ الأصباغَ التي يحتويها تمتصُّ جميعَ ألوانِ الطيفِ ما عدا اللونَ الأحمرَ الذي ينعكسُ عن ذلكَ الشَّيْءِ فتراه العينُ أَحْمَرَ. كذلكَ تحتوي الأحسامُ الرِّقَاءُ أصباغاً تمتصُّ جميعَ ألوانِ الطيفِ باستثناءَ الأزرقِ منها



## لماذا تكونُ أوراقُ الأشجارِ خضراءَ اللونِ

أو لماذا شخصونةٌ دُوْحِدُ في أوراقٍ خضراءٍ وحدها أنَّ ضوءَ نهارٍ من ضفِّ شَمْسٍ وعُشْبَةٍ من الضوءِ لا حصرَ فسيفسٍ بها مَكْسُةٌ بألوانٍ الأخضرِ

بحيثُ يمتصُّ الكيمياءُ الشَّيْءَ الذي ينعكسُ في الضوءِ الأحمرِ بشكلٍ رئيسيٍّ ويمتصُّ سبباً مادامَ حبةُ ضوءٍ أحمرٍ في ضفِّ شَمْسٍ موصلةٌ صعبةٌ تُعرفُ بالكلوروفيل

## اصنَعِ مَزْجَ ألوانٍ

اقطعْ قطعةً من الكرتونِ المقوَّى على شكلِ قرصٍ دائريٍّ قُطْرُهُ حوالي ٨ سم، ثم قسِّمِ القرصَ باستخدامَ قلمِ رصاصٍ إلى سبعةِ أقسامٍ متساويةٍ لَوْنُ هذهِ الأقسامِ بالألوانِ قوَسِ قُرَحِ الثَّقْبِ القرصِ في مركزه، وادخلْ قلمَ الرصاصِ في الثَّقْبِ بحيثُ يكوُنُ طرفهُ المدبَّبُ في الجهةِ المعاكسةِ للألوانِ اترِّمِ قلمَ الرصاصِ بحيثُ يتحرَّكُ حركةً دائريَّةً مُركَّزاً على الرأسِ المدبَّبِ ما لوَّنَ القرصَ عندما يدورُ سُرْعَةً هَلْ تعرفُ لماذا؟



لا تَهْتَمِ إذا لم تحصلِ على لونٍ أبيضٍ ناصعٍ أمْذلكَ يعودُ إلى أنَّ الألوانَ التي استخدمتها لَيْسَتْ نقيَّةً تماماً



# الطَّاقَةُ الحراريَّة

تستطيع هنا أن ترى ماذا يحدث عندما يغيَّر الماء حالته ، أي يتحوَّل من حالة الصَّلابة إلى حالة السيولة ومن ثمَّ إلى الحالة الغازية

الحرارة شكل آخر من أشكال الطَّاقة ، وتُقاس أيضاً بالجول .  
وتنتقل الطَّاقة الحراريَّة على شكل أمواج بالطريقة نفسها التي تنتقل فيها أمواج الضَّوء وبالسَّرعة ذاتها . إلاَّ أنها تختلف عن أمواج الضَّوء في الطَّول الموجي  
ونحصل على الطَّاقة الحراريَّة من أنواع أخرى من الطَّاقة على سبيل المثال نحصل على الطَّاقة الحراريَّة من الطَّاقة الكهربائيَّة في سخَّان كهربائي . وغالباً ما تكون الطَّاقة الحراريَّة نتاجاً مصاحباً لتغيُّرات الطَّاقة الأخرى . فعند إطلاق عيار ناريّ تكون الطَّاقة الحراريَّة والطَّاقة الصَّوتيَّة هما النتاجان المصاحبان لعملية الإطلاق .



## ماذا تفعل الحرارة ؟

تتكوَّن جميع الأشياء المحيطة بنا من أجزاء متناهية في الصَّغر لا ترى بالعين المجردة تسمى بذَّرات وهي العادة تتحدُّ الذَّرات معاً لتكوَّن ما يعرف بالجزيئات

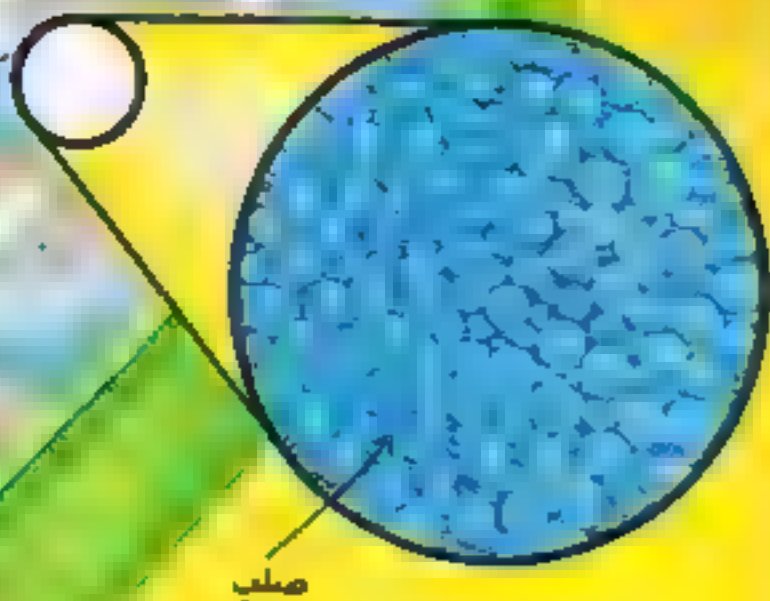
تمتلك الجزيئات طاقةً حركيَّة تجعلها تتحرَّك باستمرار حركةً اهتزازيَّة أي إن الجزيئات تتحرَّك إلى الأمام والخلف وإلى اليمين واليسار على جانبي موضع سكونها . وتتحرَّك الجزيئات حتَّى في المواد الصَّلبة . إلاَّ أنَّ حركتها لا تكون كافيةً لأن تخرج أمكنتها في الملوَّرة وعندما تسقط الأمواج الحراريَّة على الجزيئات فإنَّ طاقتها تتحوَّل إلى طاقة حركيَّة تزيد من حركة الجزيئات الاهتزازيَّة . وتضطرب الجزيئات بعضها بعض فتنتقل الطَّاقة الاهتزازيَّة من حُرِّيٍّ إلى آخر



## مُشاهدة الكيفيَّة التي تتحرَّك فيها الجزيئات

صنَّع كفيَّة من جنوب إسرائيل في مرطبان رחاحي . ورُخَّه مُلطف ستلاحظ كيف تهتزُّ حنَّات الباريلاء دون أن تشرح أمكنتها بصورة ملحوظة وهذا هو ما يحدث عند تسخين جسم صلب . وإذا ما ردت من قوَّة رُج المرطبان فإنَّ حنَّات الباريلاء سينكمسُ طاقة أكبر تجعلها تتدحرج بعضها فوق بعض تماماً مثل الجزيئات في السائل

والآن رُج المرطبان بقوة كبيرة . ماذا تلاحظ؟ إنَّ بعض حنَّات الباريلاء قد ينفجر خارج المرطبان وهذا عيَّن ما يحدث للجزيئات عندما يسحق سائل في درجة الغليان ، إذ تنفجر بعض الجزيئات خارج السائل مُكوِّنة محاراً أو غاراً .



## ١ صلب

تهتزُّ الجزيئات في الحليد قنبلاً حدّاً ولكنها تسحرُّ فيها تحصل على قدرٍ من الطَّاقة يكفي لأن يتحوَّل الجليد إلى ماء



## هَلْ بِإِمْكَانِكَ أَنْ تُبَيِّنَ مَدَى سَخُونَةِ جِسْمٍ مَا ؟

لا تستخدم ماءً معي

### ٣ غاز

يشعلُ البحارُ حَيَرًا أَكْثَرَ مِنْ ذَلِكَ  
الَّذِي يَشْفَلُهُ الْمَاءُ لَدَا تَهْتَرُ اعْطِيَةُ  
أَمِيَةِ الطَّهْيِ تَحْتَ تَأْتِيرِ الْمَخَارِ ،  
الَّذِي هُوَ عِبَارَةٌ عَنْ عَارِ مَكُونٍ مِنْ  
جَزِيئَاتٍ تَتَطَايَرُ فِي الْهَوَاءِ فَإِذَا مَا  
لَامَسَتْ هَذِهِ الْجَزِيئَاتُ حَسْمًا بَارِدًا  
مَتَتَهَا تَتَحَوَّلُ ثَانِيَةً إِلَى مَاءٍ ، إِنَّمَا  
تُغَطِّي طَائِفَةً بِالسَّطْحِ الْأَكْثَرِ  
نُورِيَّةً هِيَ سَخْنٌ قَبِيلًا نَسْجَةً  
لَدَيْكَ



### ٢ سائل

عِنْدَمَا يُسَخَّنُ لِمَاءٌ أَكْثَرَ مِنْ كَثَرِ  
هَانَ حَرِيئَاتِهِ تَحْصُلُ عَلَى مَرِيدٍ مِنْ  
إِسْطَاقَةٍ بِحَيْثُ يَصْبِرُ بِمَقْدُورِهَا أَنْ  
تَتَحَرَّكُ أَعْدَ وَأَسْرَعَ وَيَحْصُلُ  
بَعْضُ هَذِهِ الْحَرِيئَاتِ سَبِيحَةً  
التَّشْحِيرِ عَلَى طَاقَةٍ تَكْفِي لَأَنْ تَنْزِلَ  
السَّائِلُ وَعِنْدَمَا يَصِلُ مَاءٌ إِلَى  
دَرَجَةِ انْغِلَافٍ يَحْصُلُ عَدَدٌ كَثِيرٌ مِنْ  
الْحَرِيئَاتِ عَلَى طَاقَةٍ كَافِيَةٍ لَأَنْ  
تُعَدَّ الْمَاءُ عَلَى شَكْلِ نَحَارٍ

سائل



فَكْرٌ عَادٍ ، تَمَسْكُنْ مَجْهُولَاتٍ  
بِمَا أَطْهَى حَيَاتًا سَبِيحَةً  
الْعَبِيدِ

### شُدُودُ الْمَاءِ

بِالنَّسْبَةِ لِمُعْطَمِ الْمَوَادِّ فَإِنَّهَا تَشْعَلُ فِي حَالَةٍ لَسَبِيَّةٍ  
حَيَرًا أَكْثَرَ مِنْهُ فِي حَالَةِ الصَّلَامَةِ ، لِأَنَّ حَرِيئَاتِ السَّائِلِ  
تَكُونُ مُتَعَادَةً أَكْثَرَ مِنْ جَزِيئَاتِ الْمَادَّةِ الصَّلْبَةِ ، مِمَّا الْمَاءُ  
فَهُوَ شَادٍ ، إِنْ إِيَّاهُ فِي حَالَةِ دُوبَانِ لَوْحٍ مِنَ الْحَدِيدِ تَشْعُرُ  
الْمَاءُ الْمَاتِجُ عَنْ دُوبَانِ اللُّوْحِ حَيَرًا أَقْلَ ، وَيَعُودُ ذَلِكَ إِلَى  
الْكَيْفِيَّةِ الَّتِي تَتَوَرَّعُ ( تَنْطَلِمُ ) فِيهَا الْحَرِيئَاتُ فِي الْجِلْدِ  
وَتَتَعَخَّرُ أَسْبَابُ الْمِيَاهِ أحيانًا فِي فَضْلِ الشِّتَاءِ بِسَبَبِ تَعَدُّ  
لِمَاءِ الْمُتَحَمِّدِ دَاجِلَهَا

إِمْلَا ثَلَاثَةَ أَوْعِيَةٍ بِالْمَاءِ بِحَيْثُ يَكُونُ فِي أَحَدِهَا مَاءٌ بَارِدٌ وَفِي  
الثَّانِي مَاءٌ دَافِئٌ وَفِي الثَّلَاثِ مَاءٌ سَاخِنٌ ضَعُ إِحْدَى يَدَيْكَ فِي  
الْمَاءِ الْبَارِدِ وَالْآخَرَى فِي الْمَاءِ السَّاحِنِ لِيَضَعُ ثَوَابِنَ ، ثُمَّ  
ارْفَعْهُمَا وَضَعْهُمَا مَعًا فِي الْمَاءِ الدَّافِئِ ، مَاذَا تَلَاخُظُ ؟  
إِنَّ يَدَكَ الَّتِي كَانَتْ فِي الْمَاءِ السَّاحِنِ تَنْحَسُّ بِأَنَّ الْمَاءَ الدَّافِئَ  
بَارِدٌ حَذًا ، سَبَبُ تَحَسُّ يَدَكَ الَّتِي كَانَتْ فِي الْمَاءِ الْبَارِدِ بِأَنَّ الْمَاءَ  
الدَّافِئَ شَدِيدُ الْحَرَارَةِ ،  
إِنَّ دَرَجَةَ الْحَرَارَةِ هِيَ الْمَقْيَاسُ لِبَيَانِ مَدَى سَخُونَةِ الْأَشْيَاءِ أَوْ  
بُرُودَتِهَا ، وَلَا يَسْتَطِيعُ الْإِنْسَانُ قِيَاسَ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ  
بِاسْتِخْدَامِ حَوَاسِّهِ بَلْ يَخْتَارُ إِلَى أَدَوَاتٍ مُسَاعِدَةٍ لِقِيَاسِهَا  
وَيُسْتَعْمَلُ مَوَازِينُ الْحَرَارَةِ لِقِيَاسِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ، وَمِنْ الْأَمْثَلِ  
عَلَيْهَا مِيزَانُ الْحَرَارَةِ الطَّبِيْعِيِّ الْمُسَيَّنُّ فِي الصُّورَةِ .

تَدْرِيجُ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ لِبَيَانِ  
دَرَجَةِ حَرَارَةِ الْأَشْيَاءِ  
المَحِيطَةِ مَقْيَسَةً بِالدَّرَجَاتِ  
الْمَعْنُوءَةِ إِنْ دَرَجَةِ حَرَارَةِ  
الْحَدِيدِ هِيَ الصُّفْرُ الْمَعْنُوءُ  
أَمَّا الْمَاءُ الْمَعْلُومُ فِدَرَجَةُ  
حَرَارَتِهِ هِيَ مِائَةٌ دَرَجَةٍ  
مَعْنُوءَةٍ  
وَدَرَجَةُ حَرَارَةِ جِسْمِ  
الْإِنْسَانِ لَا تَمْتَدُّ كَثِيرًا عَنْ  
٣٧ دَرَجَةٍ مَعْنُوءَةٍ ، لِذَا فَإِنَّ  
تَدْرِيجَ هَذَا الْمِيزَانِ يَبْدَأُ مِنْ  
٣٥ دَرَجَةٍ مَعْنُوءَةٍ وَيَنْتَهِي عِنْدَ  
٤٢ دَرَجَةٍ مَعْنُوءَةٍ



مُسْتَوْدَعٌ رَحَاحِيٌّ مَمْلُوءٌ  
بِمَسَائِلِ الرُّنُوقِ وَعِنْدَمَا  
تَرْتَفِعُ دَرَجَةُ حَرَارَةِ الْهَوَاءِ  
بِمَحِيطَتِهِ يَسْجُرُ السَّائِلُ  
فَتَرْدَانِ طَاقَةٍ حَرَكَةِ حَرِيئَاتِهِ  
مِمَّا يُوْدِي إِلَى تَعَدُّدِهِ  
وَارْتِفَاعِهِ فِي الْأَسْبَابِ

الْجُزْءُ الضَّيِّقُ يَعْطِيكَ الْوَقْتُ  
الْمُكَافِي لِقِرَاءَةِ دَرَجَةِ  
الْحَرَارَةِ ، لِأَنَّ الرُّنُوقَ عِنْدَمَا  
يَتَحَدَّثُ هَذِهِ النِّقْطَةُ لَا يَرْتَفِعُ  
فِي الْأَسْبَابِ إِلَى اسْفَلِ إِلَّا  
بَعْدَ رَجْعِ الْمِيزَانِ

وَهُنَاكَ أَنْوَاعٌ أُخْرَى عَدِيدَةٌ مِنْ مَوَازِينِ الْحَرَارَةِ يَسْتَخْدَمُ بَعْضُهَا  
نَوْعًا خَاصًّا مِنَ الْكُحُولِ لِقِيَاسِ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْمَصْغَمَةِ  
حَذًا ، وَيُسْتَعْمَلُ بَعْضُهَا الْآخَرُ الْعَرِيحُ حَتَّى إِنَّهُ يُمْكِنُ قِيَاسُ  
دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ بِاسْتِخْدَامِ الْكَهْرِبَاءِ .

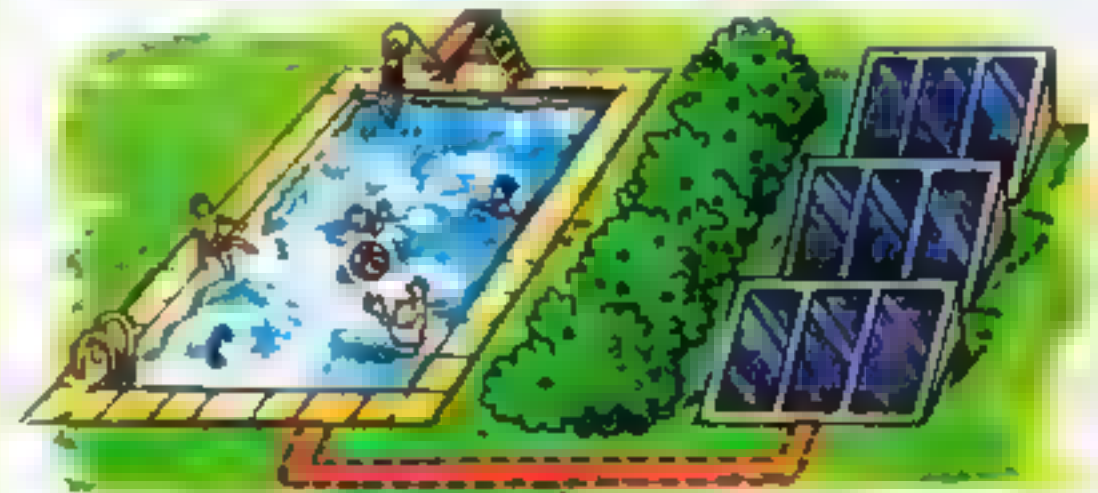


# كَيْفَ تَنْتَقِلُ الحرارة ؟

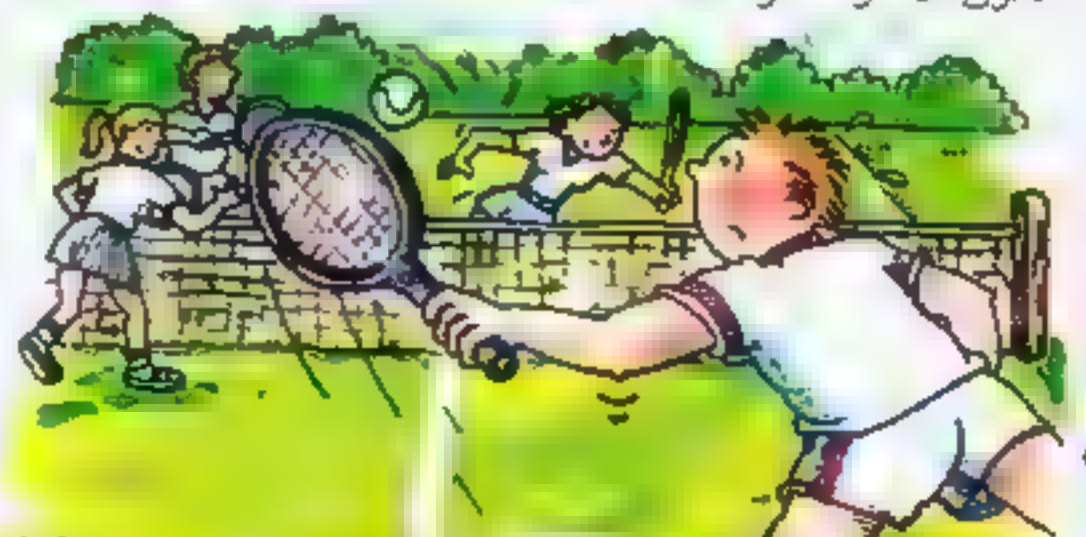
تنتقل الحرارة بثلاث طرق أولاها على هيئة أمواج، نعاماً مثل الضوء ويطلق على هذه الطريقة اسم الإشعاع الحراري، وتبلغ سرعة انتقال الأمواج الحرارية ٣٠٠ مليون متر في الثانية الواحدة أي إنها تقصع في الثانية الواحدة ما يعادل ثمانية أمثـل محيط الكرة الأرضية على وجه التقريب. ويصلنا الإشعاع الحراري الصادر عن الشمس عنـز تـحو ١٤٠ مليون كيلومتر من الفراغ خلال زمن مقداره حوالي ثمانـي دقائق. إن جميع الأجسام تشع أمواجاً حرارية ويرد الإشعاع الحراري لجسم ما بارتداد درجة ذلك الجسم للمداهمة الكهربائية والمواقد والمصابيح الكهربائية على سبيل المثال، تشع أمواجاً حرارية



إن الأمواج الحرارية ذاتها ليست ساحنة إلا أنها عندما تسقط على جسم ما وتمتص من قبله يصح هذا الجسم ساحتها وتمتص الأجسام قذمة اللون لإشعاع الحراري بشكل أكبر من الأجسام فاتحة اللون. وفي برك السباحة التي تستغل الطاقة الشمسية لتسخين مائها، تستخدم «المحركات الحرارية» وهي ألواح سوداء مغطاة بالزجاج وعندما تسقط أشعة الشمس عليها تمتصها الألواح السوداء فتسخن، ومن ثم تسخن الماء في الأنابيب الملامسة لهذه الألواح فيذهب الماء بدوره إلى البركة ليحل محله ماء جديد، وهكذا



وينعكس الإشعاع الحراري عن السطوح البيضاء واللامعة ويميل الناس إلى ارتداء ملابس ذات ألوان فاتحة في فصل الصيف لأنها تعكس معظم الإشعاع الحراري. وفي البلدان حارة المناخ، كنستاليا مثلاً تصنع معظم السيارات بيضاء اللون للسبب ذاته. حررت أن تلمس سيارة فاتحة اللون وأخرى فاتحة اللون في جو مشمس حار ستجد أن السيارة القاتمة تكون الأكثر سخونة



## ارتقاع الحرارة

عندما تسحر أسوائل وأبـارات برداً طاقة حركة حركتها فتتباع هذه الحركات، وتقل كثافة السائل أو الغاز مما يجعله خفـف من دى هـر، فيرتفع إلى أعلى أما لسائل أو بـر أو يكون أكثر كثافة وبالتالي أثقل فيبرل إلى أسفل. وتسمى هذه الطريقة التي تنتقل بها الحرارة هي أسوائل وأبـارات، انتقال الحرارة بالحمل. وهذه هي الطريقة الثانية التي يمكن للحرارة أن تنتقل بواسطتها

تستخدم الطائرات  
الشراعية تيارات  
الحمل



## كيف تعمل المشعات الحرارية

تعطى مشعات التدفئة المركزية معظم حرارتها بالحمل وليس بالإشعاع. وتعمل هذه المشعات على تسخين الهواء المحيط بها الذي يتصاعد على شكل تيارات حمل (أي تحمل الطاقة الحرارية معها) أما الهواء البارد فيبرل إلى أسفل حيث يتم تسخينه فيتصاعد ليحل محله



## انتقال الحرارة بالتوصيل

تنتقل الحرارة بالفعل خلال بعض الأجسام دون أن تشعر أنت بها. ويتم نقل الحرارة بهذه الطريقة من خلال حركة الجزيئات. فعندما تسخن الجزيئات ترتد طاقتها الحركية، وتنتقل هذه الطاقة من جزيء إلى آخر فتحيث تصادم هذه الجزيئات.

ويُعرف انتقال الحرارة بهذه الطريقة بالتوصيل. وهذه هي الطريقة الثالثة عن طرق انتقال الحرارة. ونعوض الأجسام أكثر توصيلاً للحرارة من غيرها. فالهواء مثلاً موصل رديء للحرارة، وكذلك معظم الملابس.

وفي الحو البارد يلبس الناس ملابس صوفية لئلا تتسرب حرارة أجسادهم. أما في البلدان الحارة فيرتدي الناس ملابس قطنية خفيفة، فلا تنتقل حرارة الجوف إلى أجسادهم وذلك بسبب الهواء الموجود بين الملابس وهذه الأجسام. إذ تعمل تيارات الحمل داخل الملابس على إبعاد الهواء الساخن.



## فحص الملاعق

أيّة ملعقة ستسخن أكثر حسب اعتقادك؟ إن الرّيد يذوب أسرع ما يمكن على ملعقة الفضة، لأن الفضة أجود المواد المبيّنة في الرسم توصيلاً للحرارة. أمّا ملعقة البلاستيك فستكون الأقل سخونة، إذ أن البلاستيك موصل رديء للحرارة.

ولهذا السبب تختار مقاصص اية الطبخ من البلاستيك في أغلب الأحيان. وتسمى المواد رديئة التوصيل للحرارة بالمواد العازلة أو العوازل.



## أهمية

كيف تحافظ على بيتك دافئاً؟ هل لديك

نافذة مكرّبة أو عازل حراري أو نافذة تعض بأحجار أو النكار أو ستولار؟ هل يوجد بيتك رياح عروج؟ هل يحصل لك عبي أشعة أو شعاع أو شعاع أو شعاع أو شعاع أو شعاع

تخلق الطيور في أعلى  
مستعينة بتيارات  
الحمل

عندما تكون الأرض أكثر سخونة من الهواء، فإن الهواء الملاصق لسطح الأرض يسخن ويتصاعد على شكل تيارات حمل. وتستخدم الطيور والطيارات اهوائية تيارات الحمل لتبقى مخلقة في الهواء. وبإمكان الطيور أن تحلق عالياً دون أن تُعرف بأحسنتها مطلقاً إذا كانت في تيار حمل.

يهبط الهواء البارد

يرتفع الهواء الساخن

يجب أن تكون السيوت ذات تهوية جيدة. وحبذا أن يُكَمَل الهواء دوزته في العرف. وعندما يسخن الهواء بفعل المداهي، وعبرها فإنه يُصنح أقل كثافة ويصعد إلى أعلى باتجاه السقف، حيث يفرج بالهواء البارد الداخل من النافذة مما يجعله يهبط ثانية إلى أسفل.



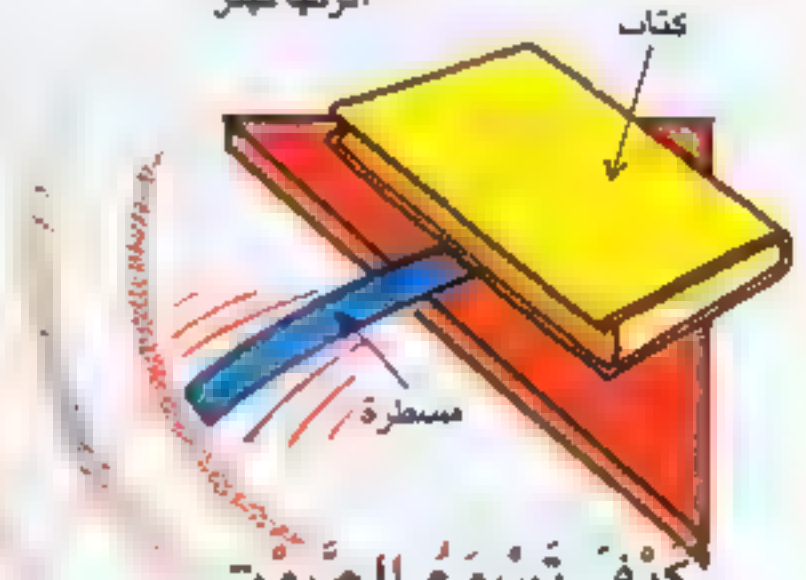
# الصَّوْتُ والضَّوُّضاء

الصَّوْتُ شكلٌ آخرٌ من أشكال الطَّاقة وتنشأ الأصوات نتيجةً لاهتزاز الأجسام ، ويؤثر هذا الإهتزاز في جزيئات الوسط المحيط بالأجسام المهتزة فتهتز هي الأخرى إلى أن يصل الصَّوْتُ إلى السَّماع . إنَّ جزيئات الوسط ليست هي بخد ذاتها الصَّوْتُ ، غير أنَّه بدونها لا ينتقل الصَّوْتُ بل يُخَيِّم السَّكُونُ

## ماذا يَحْدُثُ عندما تُصْدِرُ صَوْتًا ؟

حَرَبْتُ ما يلي باستخدام مسطرتك .

اثنِ المسطرة بالضغط عليها إلى اسفل ثم اتركها تهتز



## كَيْفَ تَسْمَعُ الصَّوْتُ

إنَّكَ تَسْمَعُ الأصوات الصَّادرة عن الأجسام لأنَّ ذلك النمط من التَّضاغطات والتَّخلخلات المتعاقبة المنتشرة في الهواء من مصدر الصَّوت يَصِلُ إلى أذنك ، فيعمل على اهتزاز صَنْبَتِها وتتحوِّل هذه الاهتزازات داخل الأذن إلى نبضات كهربائية تنتقل خلال العصب السَّمعي إلى الدِّماغ الذي يقوم بترجمة هذه النبضات إلى صَوْتٍ



بِحُتَاج الصَّوْتُ إلى وسط ماديٍّ لانتقاله ، فهو لا ينتقل في الفراغ ، أي أنوسط الحالي من لحريثات لدا يستخدم رواد الفضاء أجهزة الإرسال اللاسلكية لتحدُّث بعضهم مع بعض ، إذ إنَّ الأمواج الصَّادرة عن أجهزة الإرسال هذه تستطيع الانتقال في الفراغ ، تماماً مثل الأمواج الصَّوتية

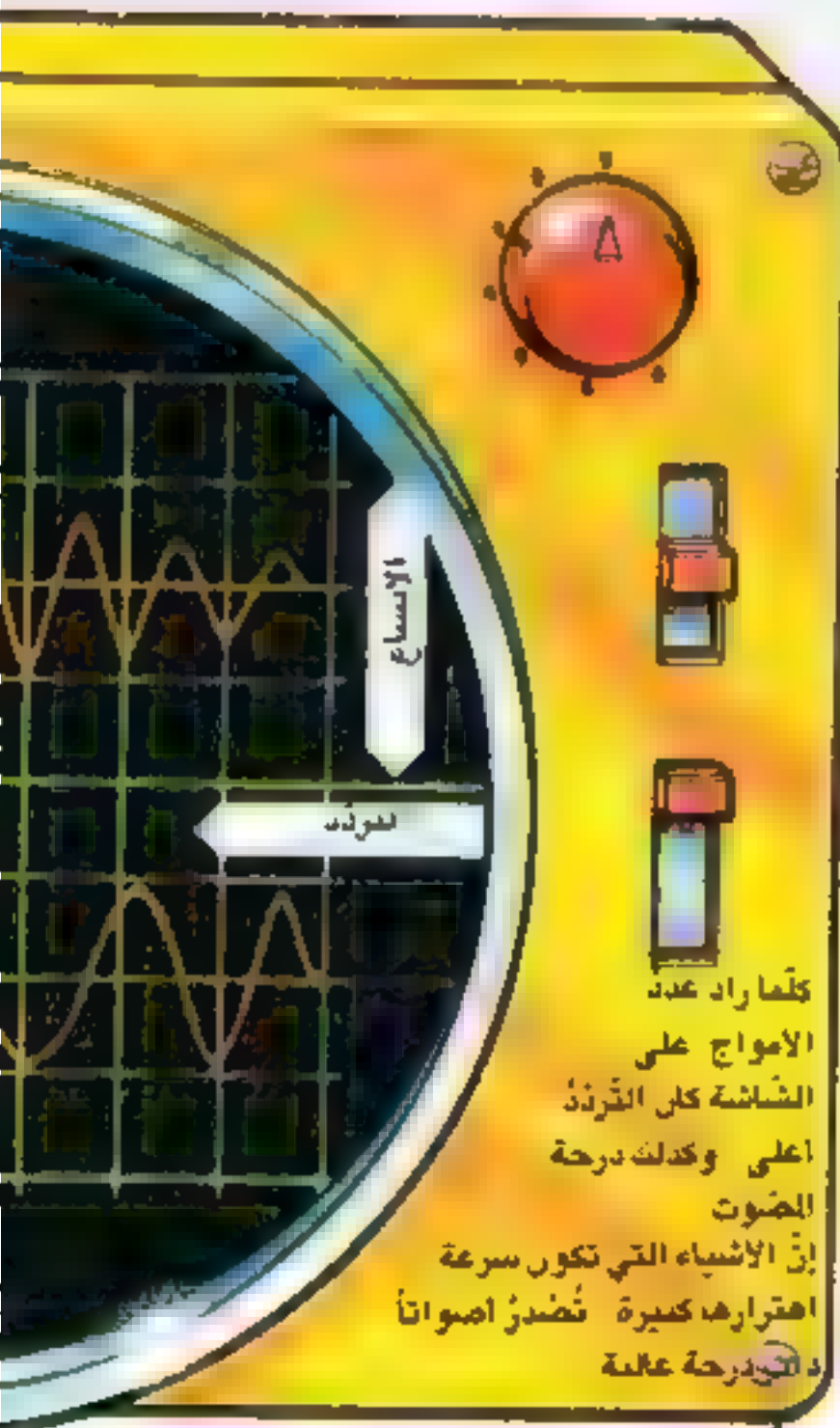


## كَمْ تَبْلُغُ سرعة الصَّوت ؟

ينتقل الصَّوْتُ خلال الأجسام الصَّلبة والسَّائلة بسرعة أكبر من سرعة انتقاله في الهواء فأنت تستطيع أن تَبْصِرَ عن قُرْبٍ وصول قطار مثلاً لأنَّكَ تَسْمَعُ الهسيس الصادر عن سكة الحديد ، نتيجةً لانتقال صَوْت حركة القطار عبرها ، فكل سماعك صَوْت القطار نفسه عن طريق الهواء هل تعلم أنَّ هبور أمريكا كانوا يصعرون أذانهم على الأرض بالإصغاء ، بهدف التَّنبُّه من وحشود حيول تقترب من أماكن وحودهم لماذا كانوا يفعلون كذلك في اعتقادك ؟



٣ - في هذه الأثناء تتباعد جزيئات الهواء الذي يتصاعط أولاً ، ممَّا يَنشأ عنه تصاعط آخر للجزيئات التي تقع فوقها مباشرة وهكذا تمرُّ كل مجموعة من الجزيئات المحيطة بالمسطرة في حالات متعاقبة من التَّضاغط والتَّخلخل نتيجة لحركة المسطرة الاهتزازية تلك



## ما الذي

يستخدم العلماء جهازاً باسم الاندوليت (الاولوسيلوسكوب) الذي يشبه تلفراً صغيراً لمشاهدة التَّعَبُّ الموحِّي للصَّوت وتحوِّل الاهتزازات الصَّوتية إلى



## الاصوات تحت الماء



تستطيع السفن الحديثة قياس المسافات تحت الماء باستخدام الموجات الصوتية. وإذا انعكست هذه الموجات عن أي شيء، تصطبغ به ومن معرفة الزمن الذي تستغرقه الموجة منذ صدورها من السفينة وحتى رجوعها إليها ومعرفة سرعة الصوت في الماء (أربعة أضعاف سرعته في الهواء) يمكن تحديد بُعد الشيء الذي انعكست عنه الأمواج (النبضات) الصوتية. ويُطلق على الجهاز الذي يُستخدم لهذه الغاية جهاز سونار بالأبعاد بالصدى، السونار - Sonar.

## الترنين



عندما تنقر كأساً بإصبعك فإنها تهتز وتصدر صوتاً يتردد خاص يسمى التردد الطبيعي للكأس. إن معنىياً يغني لحناً يتردد يساوي التردد الطبيعي للكأس يُفترض أن يُخفل الكأس تهتز لدرجة أن تتحطم. ويطلق على ظاهرة اهتزاز جسم ما بتأثير اهتزاز جسم آخر مساو له في التردد الطبيعي اسم «الترنين».

## الضوضاء

الضوضاء، مثل تلك التي تصدر عن المركبات الثقيلة، هي خليط من الاهتزازات بترددات مختلفة. ولا تكون هذه الاهتزازات على نمط منتظم كما هو الحال في الأصوات الأخرى. وتقاس شدة الصوت أو الضوضاء بوحدة هي «الديسيبل» Decibel. وتسبب الأصوات عالية الشدة أذى للأذن البشرية قد يصل إلى حد التسبب بالصمم. وفيما يلي بيان بشدة بعض الأصوات المألوفة:

طائرة مقاتلة	140 وحدة
الزعد	120 =
شاحنة	110 =
دراجة مكهربة	100 =
حفارة	90 =
سيارة صغيرة	80 =
صراخ	70 =
الهس	60 =
زفرقة العصافير	50 =
خفيف أوراق الشجر	40 =
	30 =
	20 =
	10 =
	صفر =

الأمواج، الطويلة، تعني أصواتاً عالية في حين تعني الأمواج، القصيرة، أصواتاً منخفضة (هادئة).

تذكر أن التردد هو عدد الأمواج التي تعبر في ثانية الواحدة.



## بُنية الصوت

بمترارات كهربائية داخل ميكروفون متصل بالهاتف، تظهر أشكال موجية على شاشته وتُنتج قِمْم هذه الأشكال الوقت الذي تصدم فيه الميكروفون مجموعة كبيرة من الجزيئات.

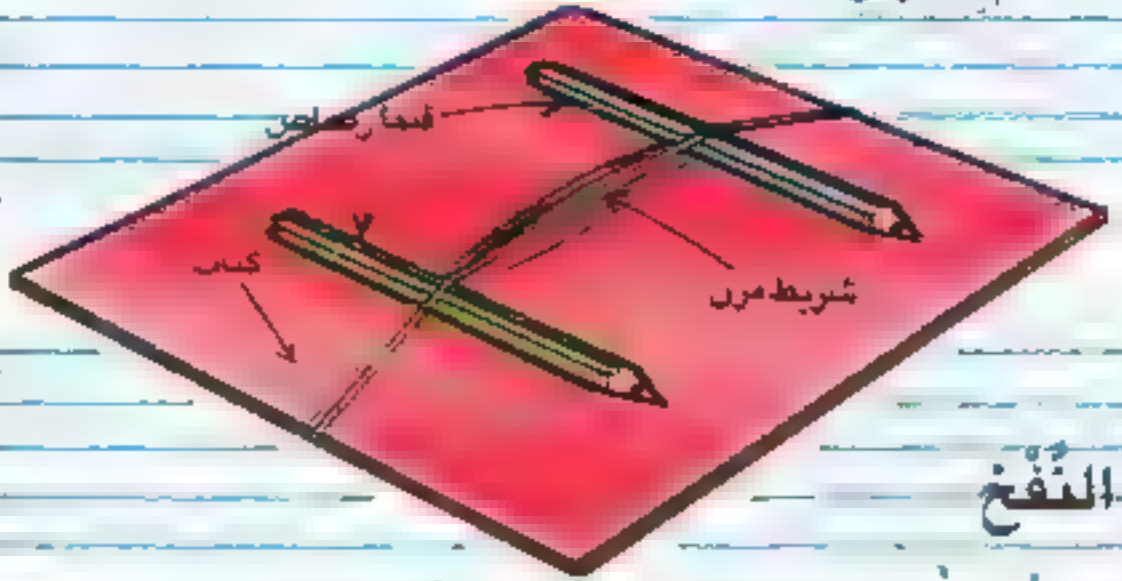


# الموسيقى

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الآلات الموسيقية وهي كل من هذه الأنواع تعتمد الانغام الصادرة على الجسم المهتز

## العرف على الأوتار

عندما تعزف على أوتار قيثارة فإنها تهتز ، كما يهتز الهواء المحيط بها أيضاً ، وإذا ما وضعت أصابعك على الوتر فإنك بذلك تعمل على تقصير طول الجزء المهتز من الوتر ، وهذا من شأنه أن يرفع درجة الصوت الصادر عنه ، كما أن زيادة قوة شد الوتر أو استخدام أوتار أحف تزيد من درجة الصوت كذلك حذب أن تحط شريطاً مرناً ( مطاطة ) حول كتاب وقلمي رصاص ، كما في الصورة ، غير من طول الجزء المهتز من الشريط المرن بتحريك إصبعك على طوله ، هي تتغير حدة الصوت الصادر عنه



## النفخ

يعتمد مبدأ عمل الآلات الموسيقية الهوائية على اهتزاز أعمدة الهواء فيها ويمكن تغيير درجة الصوت الصادر عنها بتغيير ارتفاع عمود الهواء حذب أن تنفخ عنزفوهات زجاجات تحتوي على ماء بارتفاعات مختلفة ماذا تلاحظ ؟

انفخ عنزفوهات الزجاجات

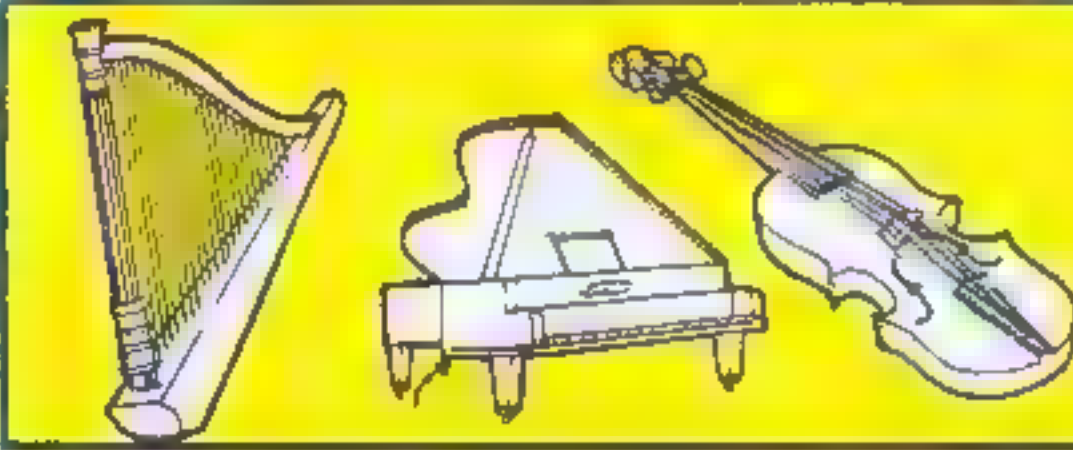


## قرع الطبول (نقر الدفوف)

ثبت بإحكام غشاء بلاستيكي مرناً على فوهة رديّة ، بحيث يكون الغشاء مشدوداً ، ضغ بعض حبات الرز أو بعض السكر على الغشاء ، والآن انقر على الغشاء بقرصاً خفيفاً متلاحظ كيف تتحرك حبات الرز أو السكر إن الطبول تصدر أصواتاً لأن أغشيتها تهتز فترسل أمواجاً صوتية في الهواء

## أحجية موسيقية

هل تستطيع أن تميز كيف تصدر هذه الآلات الموسيقية أصواتها ؟ هل يتم ذلك بالنفخ أم بالعزف أم بالقرع ؟ انظر ص ٤٧ من هذا الكتاب لمعرفة الجواب



## كيف تسجل الموسيقى

يسجل الصوت على أشرطة خاصة على هيئة رموز (شيفرة) مؤلفة من ترتيب معين لدقائق أكسيد الحديد ، ولكي يتم ذلك تلتصق الموسيقى بحاسب ميكرومتر متصل بجهاز التسجيل ، حيث يقوم الميكرومتر بتحويل الصوت إلى نبضات كهربائية تعمل على ترتيب دقائق أكسيد الحديد الموحدة على شريط التسجيل ترتيباً معيناً يعزف عن الصوت الموسيقي المراد تسجيله



وهي حادة التسجيل على الأسطوانات ، يحول الصوت المسجل على شريط التسجيل الرئيسي إلى نبضات كهربائية يتم تعديتها إلى الرأس الحافر الذي يحتوي على مسبة ذات رأس حاد ، يهتز الرأس الحافر اهتزازات متناسبة مع النبضات الكهربائية المعترية عن الصوت ، مما يؤدي إلى حفر أخاديد على الأسطوانة المكونة من مادة بلاستيكية لينة ويتناسب عمق هذه الأخاديد مع شدة الصوت فتكون عميقة للأصوات المرتفعة ، كما تزيد الانغمات العالية من درجة تموجها وتكون هذه الأسطوانة البلاستيكية بمثابة قالب تُسَخَّع عنه الأسطوانات التي تباع في السوق





## الموسيقى الكهربائية

عندما تنقر أوتار قيثارة كهربائية فإن اهتزازاتها تتحول إلى طاقة كهربائية تُرسل إلى مكبر للصوت ، حيث تُكثَّر الإشارات الكهربائية ومن ثم تُرسل إلى سماعة تحولها إلى صوت.

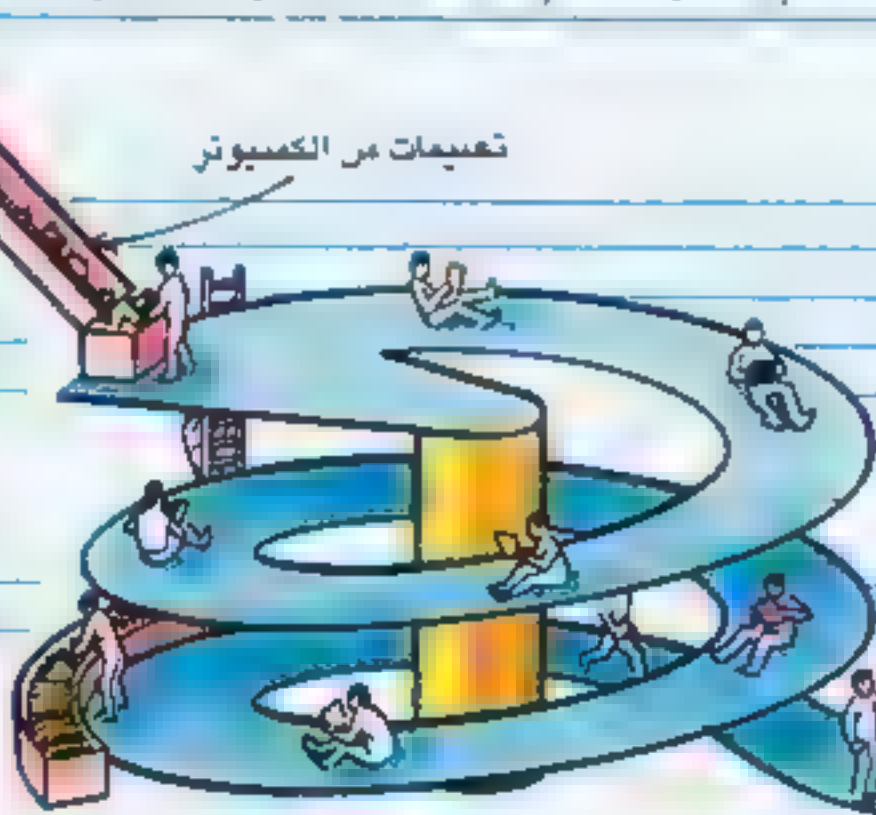
## المؤلف الموسيقي Synthesizer

يُصدر المؤلف الأصوات الموسيقية باستخدام إشارات كهربائية بدلاً من الاهتزازات ، ويكون المؤلف عادةً موصولاً مع لوحة مفاتيح وكل ضغطة على مفتاح تُرسل إشارة كهربائية مُعينة إلى المؤلف الذي يعمل على تركيب إشارة كهربائية خاصة بالصوت المطلوب وبعد ذلك تُرسل الإشارة إلى مكبر إشارات كهربائية ثم إلى سماعة تحولها إلى صوت مسموع.

## موسيقى الكمبيوتر

يحتوي العديد من أجهزة الكمبيوتر على مؤلف صغير جداً داخل لوحة المفاتيح يجعلها قادرة على عزم الجواب بسيطة وإصدار أصوات وما عليك إلا أن تدخل إلى الكمبيوتر أمراً مثل ، صوت ، أو ، قرقعة ، مثوفاً باللس الذي تريد سماعه وبعدة استمراره

تعليمات من الكمبيوتر

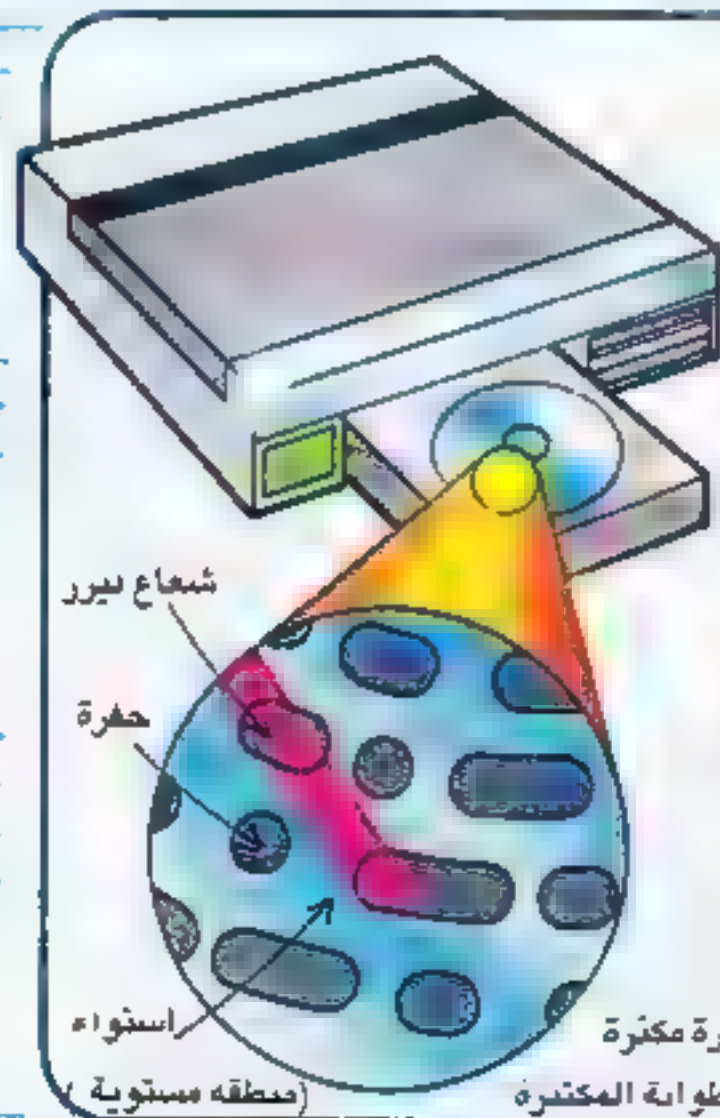


مؤلف

إشارة كهربائية من المؤلف

مكبر إشارات كهربائية

سماعة



## الأسطوانات المَكثَرَة

يُعد تسجيل الصوت على أسطوانات مَكثَرَة من الطرق الحديثة جداً في التسجيل ويبلغ قطر مثل هذه الأسطوانة العادية (٣٠٠ ملم) وبدلاً من الأحاديث التي تُحفر على الأسطوانة العادية يُغطى سطح الأسطوانة المَكثَرَة بملايين من الحُفر المجهرية تُفصل بينها مساحات مستوية ويُستخدَم شعاع من الليزر (بدلاً من الإبرة في الأجهزة العادية) يقوم بمسح الأسطوانة وفارثاً ، بمط الحُفر والاستواءات في القرص مُحَوَّلاً إليها إلى إشارات كهربائية تُرسل إلى اهتزازات

صورة مكثرة  
لأسطوانة عادية

الأحاديث التي  
يجلفها الرأس الحافر

الشريط  
الرئيسي



صورة مكثرة  
لأسطوانة المَكثَرَة



# الميكانيكا

ليست الميكانيكا مقتصرة على مراتب التصليح بل تتناول جميع ما يحدث للأجسام كم يبلغ وزنها ما القوى التي تؤثر عليها سحباً ودفعاً كيف تتحرك وكل ما بمقدورها أن تفعله وفي الصفحات التالية نتناول ذلك كله بالتفصيل

## القوى

إننا في حياتنا اليومية كثيراً ما نمارس السحب والدفع والرفع ويطلق على السحب أو الدفع اسم قوة ويمكن للقوة أن تحرك جسماً ساكناً أو توقف حركة جسم متحرك أو تغير الاتجاه الذي يتحرك فيه كما يمكن لها أن تضغط وتغير شكله

ووحدة قياس القوة هي النيوتن نسبة إلى عالم شهير يدعى إسحق نيوتن عاش في الفترة الواقعة بين عامي ١٦٤٢ و ١٧٢٧ والقوة التي تبلغ نيوتناً واحداً هي قوة صغيرة جداً ويصعب الرسم أشخاصاً يؤثرون على أجسام بقوى مختلفة كما يعطي فكرة تقريبية عن مقادير هذه القوى

سحب  
٣٠ نيوتن

دفع  
٣٠ نيوتن

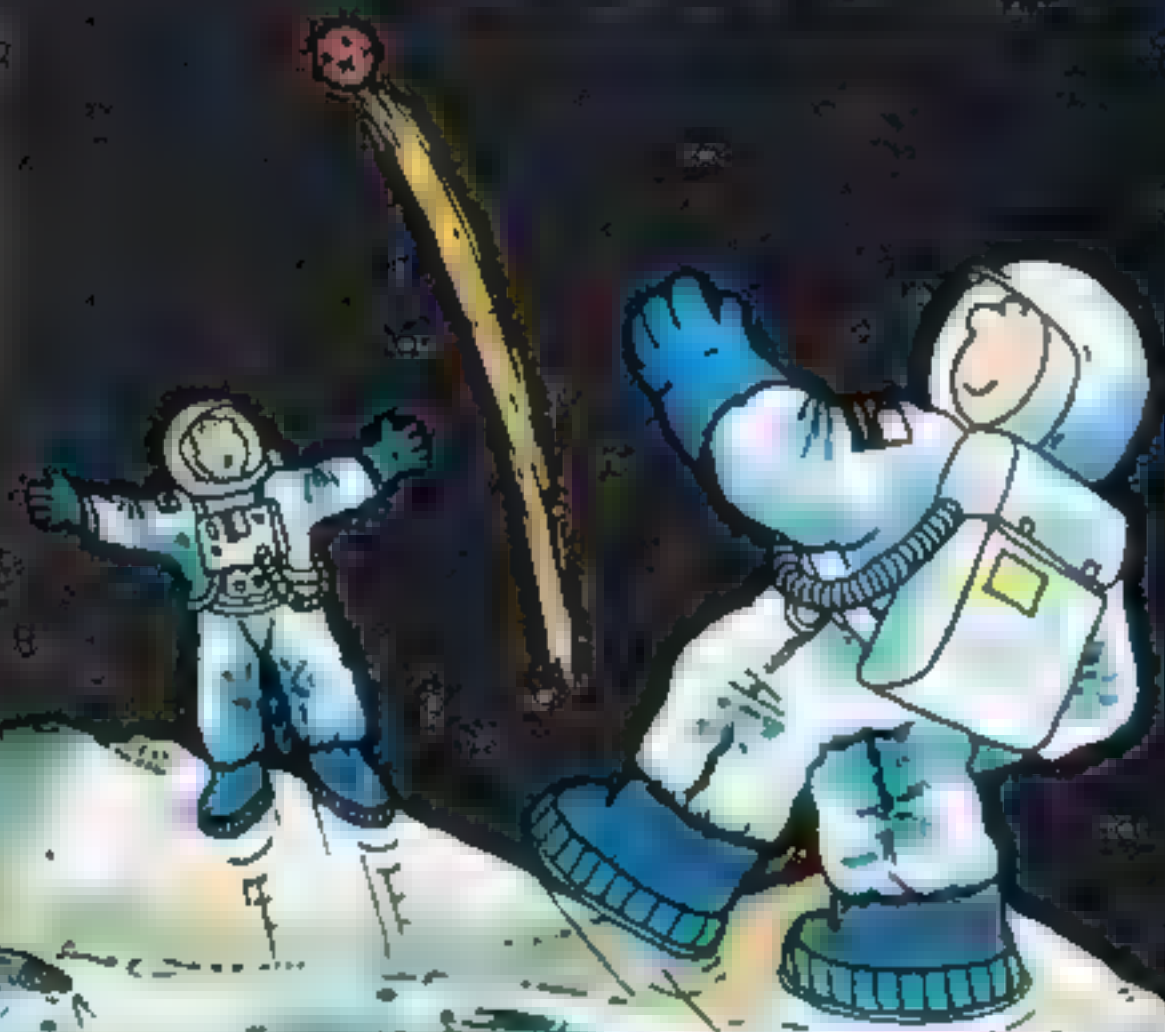


ضغط  
٢٠ نيوتن

رفع  
١٠٠٠ نيوتن

## الجاذبية

لقد اقترح اسم نيوتن بدراسة قوة الجاذبية، وهي تلك القوة التي تسحب الأجسام. فقد بدأ نيوتن يتساءل عن هذه القوة عندما سقطت على رأسه تفاحة بينما كان مستلقياً تحت إحدى الأشجار. إن هناك قوى متبادلة بين الأشياء تجذبها نحو بعضها، وتكون قوى الجذب هذه في الغالب صغيرة، إلا أنه بالنسبة لكبر حجم الأرض فإن قوة جذبها للأشياء تكون كبيرة. أنها تسحب الأشياء نحوها كما في حالة حبة التفاح بقوة الجاذبية الأرضية. إن القمر أصغر بكثير من الأرض وتبلغ قوة جذبها للأشياء نحو سدس قوة جذب الأرض لها. ويعني هذا أنك على سطح القمر تستطيع أن ترفع كرة لمسافة تبلغ ستة أضعاف المسافة التي تقطعها الكرة إذا ما رفلتها بالقوة نفسها على سطح الأرض. كما أن بمقدورك أن تقفز على سطح القمر إلى ارتفاعات أكبر بست مرات من تلك التي يمكنك أن تقفز إليها على الأرض.

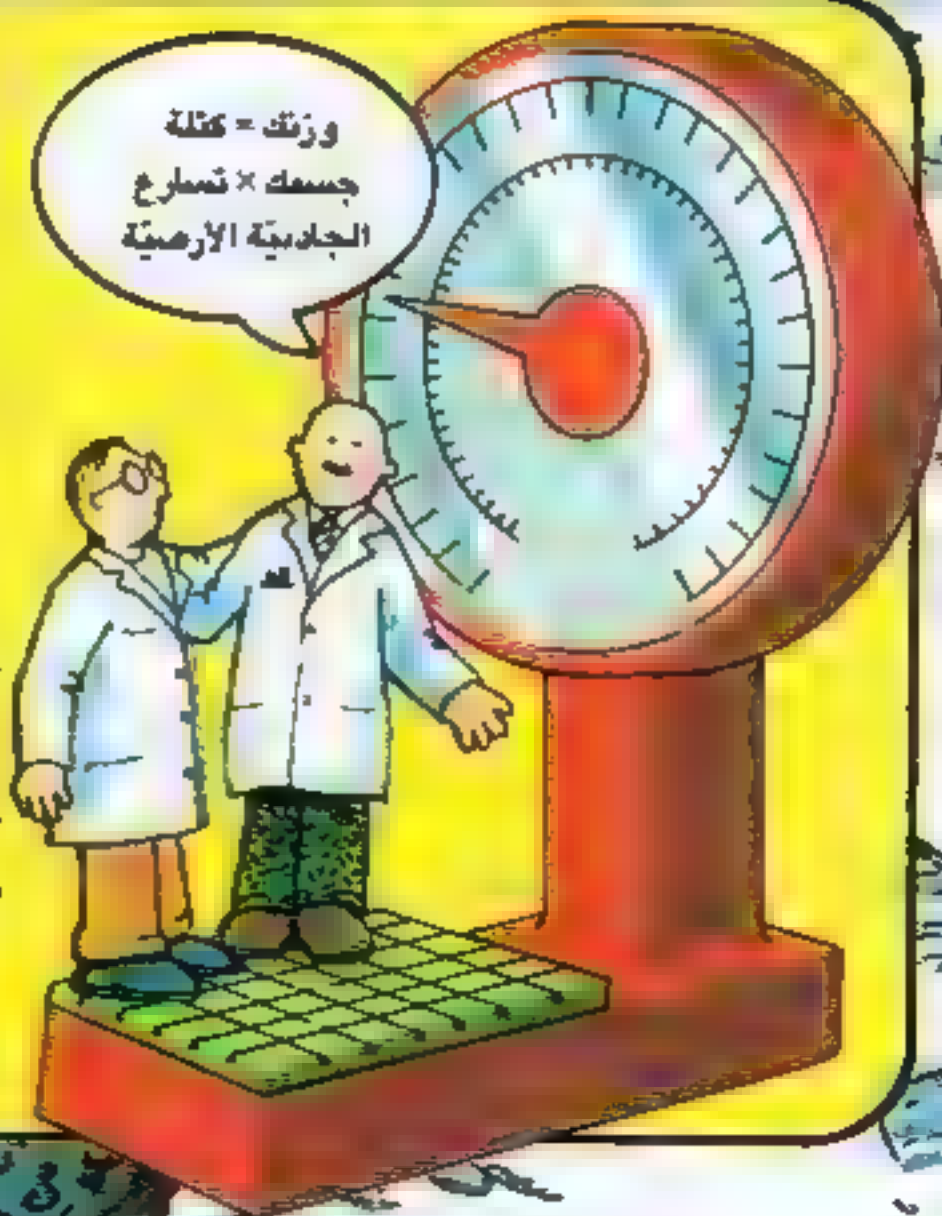


## كم يبلغ وزنك ؟

نقاس كتل الأجسام بالكيلوغرام

والكتلة عبارة عن كمية المادة التي يحتويها الجسم ، وهي ثابتة للجسم الواحد بغض النظر عن مكان وجوده ونقاس كتلة جسمك بالمقارنة مع كتل عيارية ، إذ إن هناك مقاييس عيارية لآلة عملية قياس مهما كانت تمكن الناس من معرفة مقدار ما يقيسون أما وزنك فهو مقياس لقوة جذب الأرض لك ووحدته قياس الوزن هي النيوتن ، لأن الوزن عبارة عن قوة

ولحساب وزنك إذا ما عرفت كتلة جسمك ما عليك إلا أن تضرب هذه الكتلة في تسارع الجاذبية الأرضية ( حوالي ١٠ نيوتن لكل كيلوغرام ) ، حيث تحصل على وزنك بالنيوتن فإذا كانت كتلة جسمك ستين كيلوغراماً ، فإن وزنك يساوي ٦٠٠ نيوتن تقريباً كم سيكون وزنك على سطح القمر ؟ وما كتلتك هناك ؟ لا تنس أن قوة جاذبية القمر هي سدس قوة الجاذبية الأرضية (الجواب على صفحة ٤٧)





## مركز الثقل

تؤثر قوة الجاذبية الأرضية على كل جزء من الجسم بقوة إلى أسفل تساوي وزن ذلك الجزء. وبالنسبة للأجسام تتدوالقوى مركزة في ما يعرف بمركز الثقل. وإذا ما وقع مركز ثقل جسم ما خارج قاعدة ارتكازه فإنه سيقبض



إنك تمد ذراعيك أحياناً للمحافظة على اتزان جسمك فيمد الذراعين وتحريكهما إلى أعلى وإلى أسفل يمكنك أن تغير موقع مركز ثقلك ليصل واقعاً فوق قاعدة ارتكازك (قدميك). وبهذا تحافظ على اتزانك ولا تسقط. يعمل لاعب السيرك الذي يسير على حبل مشدود عصاً طويلة. هل تعرف لماذا؟



## الاستقرار

من الصعب جعل جسم ما ينقلب إذا كان مستقراً. وتقع مراكز الثقل لأجسام المستقرة على ارتفاعات منخفضة من قواعد ارتكازها. وتوضع سيارات السباق قبيلة الارتفاع عن سطح الأرض لتكون مراكز ثقلها على ارتفاعات منخفضة عن الأرض فلا تقلب عند الانعطاف بسرعة هل بإمكانك أن تذكر أمثلة أخرى لأجسام مستقرة؟

إن زجاجة بلاستيكية فارغة لا تكون على درجة عالية من الاستقرار بإمكانك أن تقلبها بسهولة نظراً لوقوع مركز ثقلها على ارتفاع عالٍ نسبياً. وإذا ما ضمت فيها بعض الماء، فإن الثقل في قاع الزجاجة يعمل على تقليل ارتفاع مركز الثقل فتصبح الزجاجة أكثر استقراراً. وعندما تقوم بملء الزجاجة كلها بالماء، فإنك بذلك تعمل على زيادة ارتفاع مركز الثقل لتعود الزجاجة إلى حالة لا تكون فيها على درجة عالية من الاستقرار.



## ما هو الضغط؟

الضغط هو مقدار القوة المؤثرة على مساحة معينة. والضغط الجوي مثلاً يقاس باستخراج وزن الهواء (بالنيوتن) الذي يضغط على متر مربع من الأرض، ويُعطى بالنيوتن لكل متر مربع. ويكون الضغط الجوي على مستوى سطح البحر مساوياً ١٠٠ ألف نيوتن/م<sup>٢</sup>. تملك المواد الصلبة والسائلة والغازات كلها قوة ضغط. إن قوة جذب الأرض لجسمك تجعلك تضغط بقوة على مساحة من سطح الأرض تساوي مساحة حذائك الملاصقة لها. وعندما يقيس الطبيب ضغط دمك، فإنه يقيس مقدار القوة التي تدفع بالدم إلى جذراب شرايين جسمك وأورده.

جرب أن تضغط بإصبعك إحدى يديك على قطعة من الخشب. إن هذا الضغط لن يحدث أية علامة في قطعة



الخشب. اضغط على قطعة الخشب بالقوة نفسها باستخدام دبوس طبعة ذي رأس مدبب سيكون بإمكانك في هذه الحالة ادخال الدبوس عميقاً في قطعة الخشب. إن الضغط في الحالة الثانية يتركز على مساحة صغيرة جداً هي مساحة نقطة رأس الدبوس.

## قشر حبة مؤز

ضع قليلاً من الكحول (السيبرنو) في زجاجة واشعلها باستخدام عود ثقاب. قشر حبة مؤز عند إحدى نهايتيها واجعل النهاية المقشرة في مواجهة الزجاج. ماذا يحدث؟ إن الهواء المسخن يتمدد في باديء الأمر دافعاً الهواء إلى خارج الزجاج. وعندما ينطفئ اللهب يبرد الهواء داخل الزجاج فيتقلص ويقل ضغطه عندئذ تعمل قوة الضغط الجوي خارج الزجاج، وهو أعلى من ضغط الهواء داخلها، على دفع حبة المؤز إلى داخل الزجاج، مزيلة القشرة عنها في نفس الوقت.



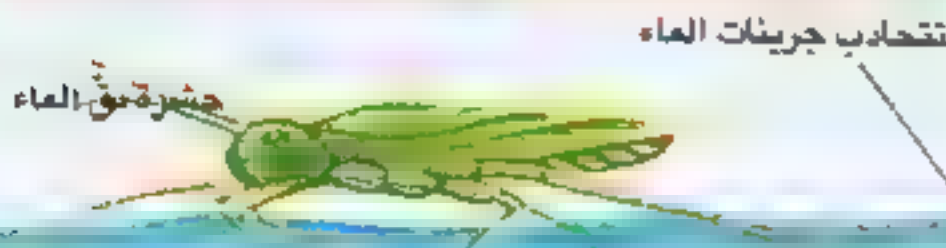
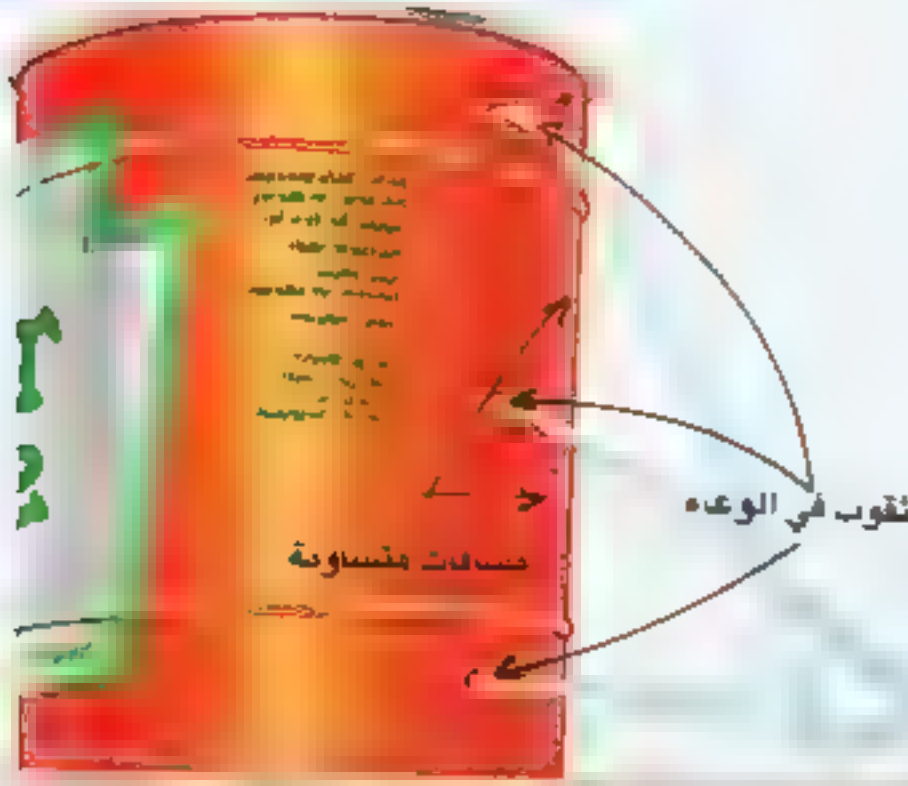


## السَّوَائِلُ لَهَا ضَعْفُ أَيْضًا

يأخذ الماء وسائر السوائل الأخرى شكل الوعاء الذي توضع فيه . وتضعف السوائل على الوعاء من الداخل إلى الخارج . وكأنها تحاول الخروج منه .

### تَجْرِبَةُ ضَعْفِ

أحدث ثلاثة ثقوب على مسافات متساوية في حاسب علبة طويلة . ثم غط الثقوب بشريط لاصق واملأ العلبة بالماء . صعد العلبة على حافة معسلة ثم انزع الشريط اللاصق . ستلاحظ أن الماء يدفع من الثقب السفلي إلى مسافة أبعد من تلك التي يدفع إليها من الثقوبين الآخرين . ويعود السبب في ذلك إلى أن ضغط الماء عند هذا الثقب يكون أكبر . ويستج هذا الضغط عن ثقل الماء الواقع فوق الثقب ، أي أنه كلما زاد عمق الماء في العلبة كان الضغط أكثر . ( أجز التجربة باستخدام علبة أكثر طولاً ) .



### التَّوْثُرُ السَّطْحِيّ

هذا قد يحدب متبادلة بين الحريئات في السوائل . وتكون هذه القوى على الجزيء الواحد في جميع الاتجاهات . أما حريئات السطح فبطر لعدم وجود حريئات أخرى فوقها . قوى الحذب على الجزيء الواحد تكون باتجاه حواس الجزيء ( في مستوى سطح السائل ) وإلى أسفل وهذا

### تَجْرِبَةُ عَنِ التَّوْثُرِ السَّطْحِيّ

زنت بعض عيدان الثقاب على سطح ماء في وعاء كما في الصورة . ثم جعل حافة قطعة من الورق الشفاف تلامس سطح الماء . ستجد أن عيدان الثقاب تتحرك نحو المركز . إن حافة الورقة تعمل على امتصاص بعض الماء ، فيتحرك سطح الماء بما في ذلك عيدان الثقاب نحو المركز . جرب أن تلمس سطح الماء بقطعة من الصابون في هذه الحالة ستتحرك عيدان الثقاب بعيداً عن المركز .

### ماذا يحدث ؟

إن بعض حريئات الصابون تذوب في الماء عند المركز ، وبذلك تغتري حريئات الماء وحريئات الصابون . ونتيجة لذلك تقل قوة ترابط حريئات الماء في هذا الجزء من سطح السائل ، مما يعني أن التوتّر السطحي سيقل . وبما أن قوى الحذب في اتجاه حريئات الماء التي لم تصبها حريئات الصابون تكون أكبر ، تتجه حريئات الماء في الوسط إلى الحواف باتجاه هذه القوى .



لماذا يتقارب شعير فرشاة الأسنان عندما نضعها في الماء ؟  
(المعرفة الحواب طالع ص ٤٧)

### لماذا نستخدم الصابون ؟

إن قوى التجاذب بين حريئات الماء نفسها أكثر من قوى التجاذب بينها وبين جزيئات مواد أخرى وعند إضافة صابون فإن مواداً أمثلة الحاصلة التي تحتوي عليها تتغلب على قوة التوتّر السطحي لحريئات الماء ، بمعنى أنها تقلل من قوى التجاذب بين حريئات الماء ، فتتشتت حريئات المواد الأخرى التي يستعمل الماء لتنظيفها ، فتبطلها بشكل أفضل مما لو لم يوضع الصابون في الماء .





## الفقايع

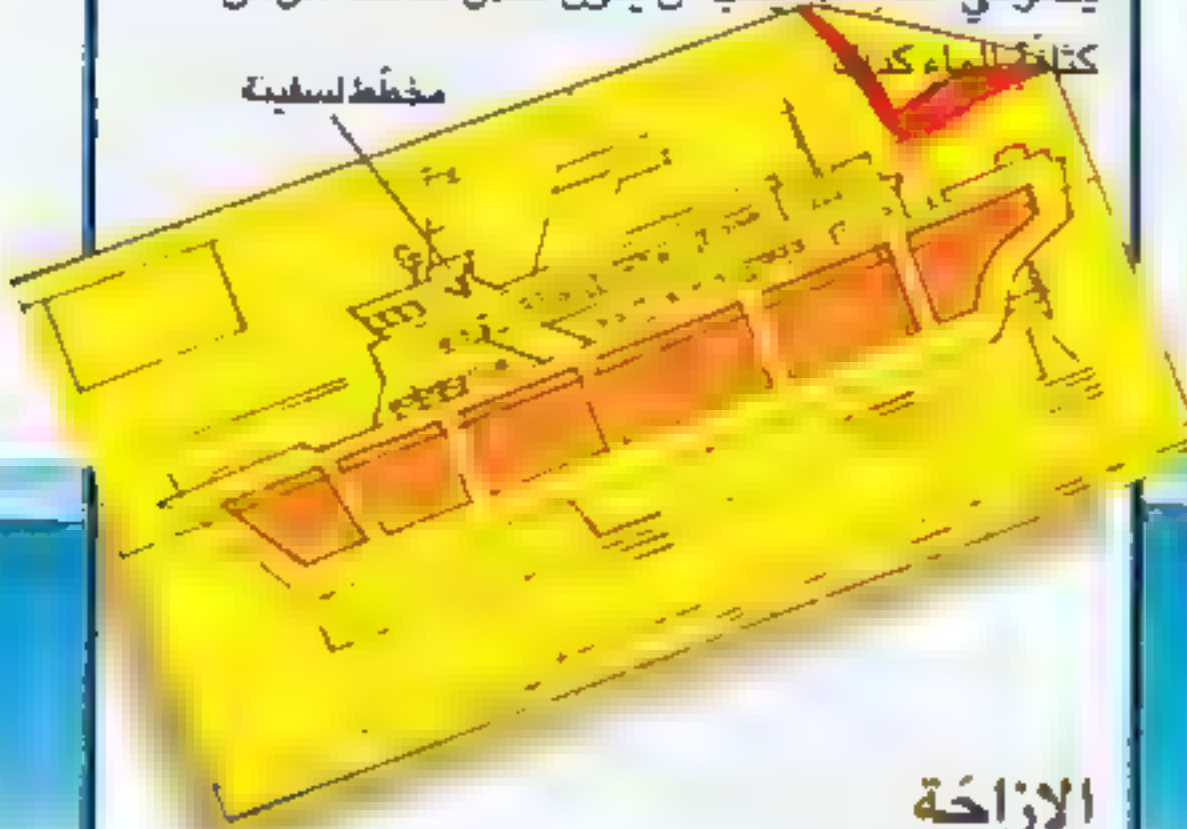
الفقايع عبارة عن أغشية كروية مرنة من الصابون أو أحد مساحيق الفسيل مع الماء ويكون الهواء داخل هذه الفقايع مضغوطاً بنقص الشيء ، ويصعد من المركز باتجاه الجوانب في جميع الاتجاهات ويكون للسائل سطحاً يضغطان إلى الداخل نحو المركز في جميع الاتجاهات .



## كيف تطفو سفينة فولاذية

إن الوزن النوعي للفولاذ يفوق الوزن النوعي للماء بكثير . وبالرغم من ذلك فإن السفن المصنوعة من الفولاذ يمكن أن تطفو في الماء .

أنظر إلى مخطط السفينة الذي يوضحه الرسم يتضح لك أن السفينة ليست قطعة مضمنة من الفولاذ ، بل هناك العديد من الفراغات المليئة بالهواء . وبالتالي فإن معدل كثافة السفينة أقل من كثافة الماء . ويستطيع الإنسان أن يطفو في الماء ، لذا يجب أن يكون معدل كثافتنا أقل من



## الإزاحة

عندما يطفو جسم ما في الماء فإن وزن الماء المزاح يكون مساوياً لوزن ذلك الجسم . ويطفو جسم الإنسان بصورة أفضل عندما يكون في حالة شهيق ، لأن الهواء الذي يدخل إلى الرئتين يقلل من معدل كثافة الجسم . هل تعرف لماذا تخبّل الفواصات الماء في حرايات خاصة عندما تغوص في أعماق اليم ؟



وزن السفينة يساوي وزن الماء المزاح أي الذي حل محله الحرة المغمور من السفينة

## لماذا تطفو الأشياء ؟

إن النسبة بين كتلة جسم ما وبين حجمه هي التي تحدد فيما إذا كان هذا الجسم يطفو على سطح سائل أو لا . وتعرف النسبة بين الكتلة وبين الحجم باسم « الكثافة » ، وهي للماء تساوي غراماً واحداً لكل سنتيمتر مكعب . وهناك مصطلح آخر يُعرف باسم « الوزن النوعي » ، وهو النسبة بين كثافة المادة ذات العلاقة وكثافة الماء .

وعليه فإن الوزن النوعي للماء يساوي ١ . فإذا كان الوزن النوعي لجسم ما أقل من ١ فإنه يطفو في الماء . وبما يلي الأوزان النوعية لبعض المواد :

هواء ٠,٠٠٠٠١٢	قنبر ٠,٠٢	ماء ١
محلول ٩	فولاذ ٨	الومبيوم ٢,٧



# الحركة والسكون

## أُسْرَعُ وَأُسْرَعُ

لقد وضع العالم أسحق نيوتن قبل نحو ٣٠٠ عام مجموعة من القوانين التي تفسر كيفية تحريك الأشياء . وتنطبق هذه القوانين على كافة الأشياء حتى على مُعْظَم الآلات الحديثة

وبإمكانك أن ترى فيما يلي أن حركة شخص يمشي إلى حذاءه زوجاً من الرلجات تحكمها قوانين نيوتن . فكّر كيف تتحرك أشياء أخرى كالسيارات والقطارات مثلاً



## الانطلاق أو بدء الحركة

١ - لجعل جسم ما يبدأ بالتحرك أو يبريد من سرعة حركته أو يتوقف عن الحركة ، نحتاج إلى قوة .  
مثلاً نحتاج هذا الشخص إلى دفعة من صديقه ( قوة ) لينبدا التزلج على الجليد



٢ - إذا ما تحرك الشخص ، فإنه سيستمر في حركته بالسرعة نفسها في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة أخرى وهذا هو نص قانون نيوتن الأول والاحتكاك هنا ذو أهمية بالغة ، وهو عبارة عن قوة تحدث عندما يحتك جسمان معاً كالصينية المعدنية التي يجلس عليها المتزلج والتزلج مثلاً

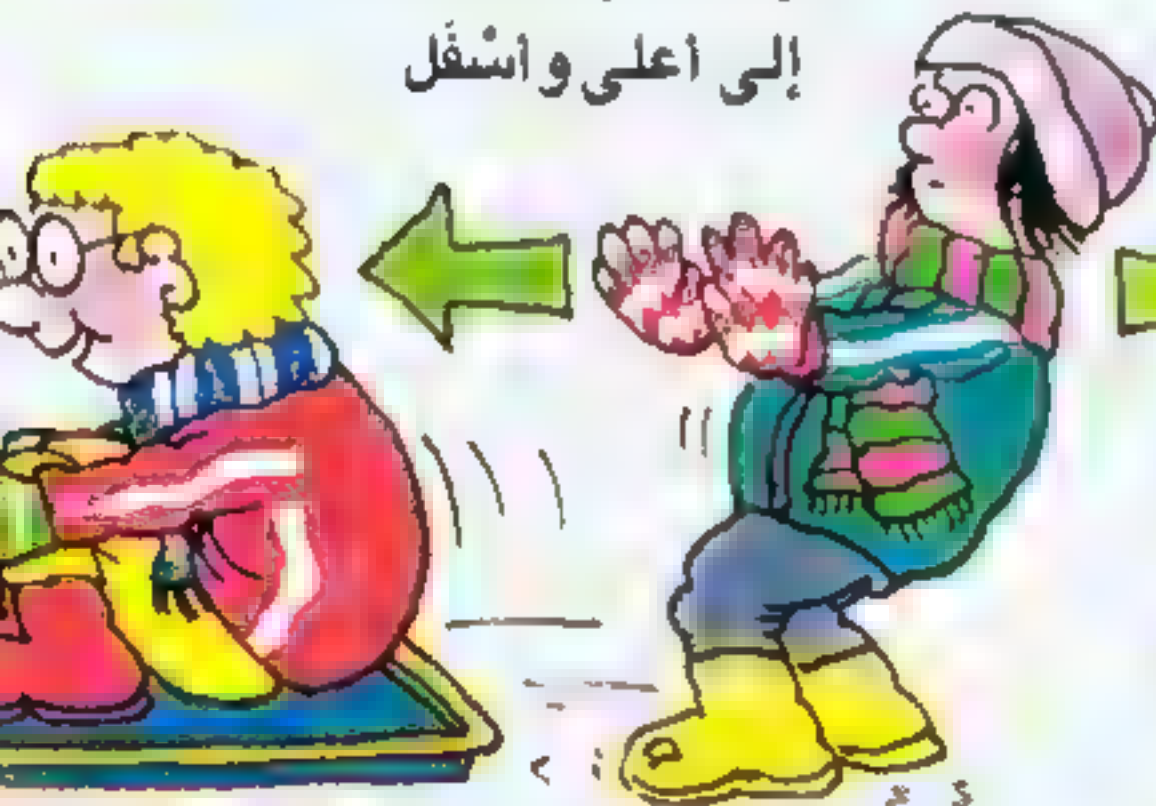
ويكون اتجاه قوة الاحتكاك معاكساً لاتجاه الحركة مما يقلل من سرعة الجسم المتحرك  
تلك قوة لإيقاف الأجسام المتحركة (وعالماً ما تكون هذه القوة هي قوة الاحتكاك)



٣ - تزداد سرعة الشخص ( يتسارع ) شيئاً فشيئاً حتى يبلغ سرعة معينة ، ثم يحتاج بعض الوقت ليتباطأ ثانية . والرّمز اللازم لتغير السرعة ( للتسارع أو التباطؤ ) يعتمد هنا على كتلة الشخص ، فإذا كانت كتلته أكبر فإنه يحتاج إلى وقت أطول لذلك .  
وتسمى المقاومة التي تبديها الأجسام لتغير حركتها بالقصور Inertia ويزداد القصور بازدياد كتلة الجسم

قد وجد نيوتن أن الأجسام تتسارع بمقدار أكثر عندما تكون القوة المؤثرة عليها أكثر . هذا الشخص يتسارع على الحليد بمقدار أكبر إذا ما دفعه صديقه بقوة أكثر وإذا كانت كتلة الشخص أقل فإن القوة نفسها تعمل على إكسابه تسارعاً أكثر . وهذا ما ينص عليه قانون نيوتن الثاني عن الحركة

## إلى الأمام والخلف ، إلى أعلى وأسفل



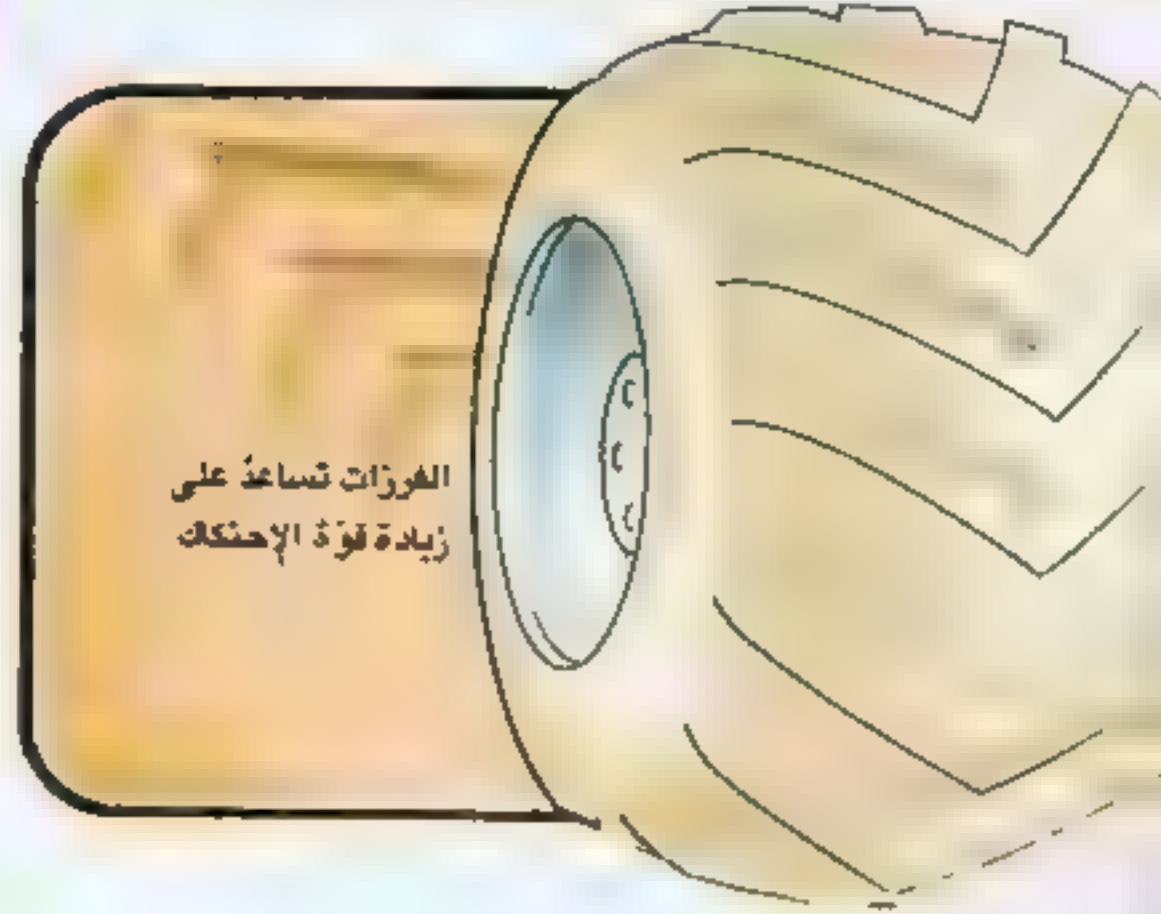
ما دامت هناك قوة تؤثر على جسم في اتجاه ما فإن هناك قوة أخرى في الاتجاه المعاكس تؤثر في جسم آخر ، بمعنى أن لكل فعل رد فعل مساوياً له في المقدار ومعاكساً له في الاتجاه (قانون نيوتن الثالث) (\*)  
فعندما تقوم بإطلاق رصاصة من بندقيّة ، وتطلق الرصاصة خارجة من الفوهة فإن البندقيّة تصفط إلى الخلف على كتفك في الوقت نفسه  
والشخص الذي يدفع صديقه على الجليد سيجد نفسه مُندفعاً إلى الخلف لينسقط على ظهره حالما يبدأ صديقه المتزلج بالتحرك إلى الأمام

(\*) ستجد في ص ٤٦ من هذا الكتاب النصوص الدقيقة الكاملة لقوانين نيوتن في الحركة )



## قَدْ يَكُونُ الاحتكاك مفيداً

عندما تتزلج على الجليد فإن زلاحتك تتحرك بسهولة  
بطرٍ يصغر قوة الاحتكاك بين الزلاحتين والجليد . لأن  
سطح الجليد أملس والزلاحتين حادثان  
أما على الطرق فإن القدمين يجب أن تمسكا جيداً بسطح  
الطريق ويصبح الاحتكاك ضرورياً حتى تستطيع لسيير ،  
لذا كانت الطرق خشنة كما تصنع الأحذية والإطارات  
مُعدّة لتوفير قوة احتكاك أكبر بينها وبين الطرق



الغزوات تساعد على  
زيادة قوة الاحتكاك

## القصور في السوائل

تمتلك السوائل هي الأخرى قصوراً وبمكانيك استخدام  
هذه الحقيقة للتفريق بين بيضة مسلوقة جيداً وأخرى غير  
مسلوقة  
جرب أن تترك كل منهما على حدة ، ثم أوقفها بصنع  
واتركها ثانية ستجد أن البيضة النيئة تأخذ في متابعة  
الدوران لأن طبقات السائل داخلها لا تزال تدور بتأثير  
القصور

## الزلاجات

هنا يمكنك أن ترى كيف تؤثر قوانين نيوتن على  
حركة الزلاجات ذات العجلات

تنتج عضلات المتزلج القوة اللازمة لأن يدفع  
بعكس اتجاه مقاومة الهواء لينسارع أو  
يضعف سطحاً مرتفعاً فإذا ما تحرك المتزلج  
ولم تكن هناك قوى تؤثر عليه ( كالاتكاك  
ومقاومة الهواء مثلا ) ، فإنه سيظل متحركاً  
مستمرار ( قانون نيوتن الأول )



يحدث الشخص  
كثيراً سحق  
الذي كمنه كبر  
الى وقت اطول  
لنوع سرعه  
معيبة

كفما ازدادت قوة  
اندفاع المتزلج ، كثر  
تسارعه أكبر ( قانون  
نيوتن الثاني )

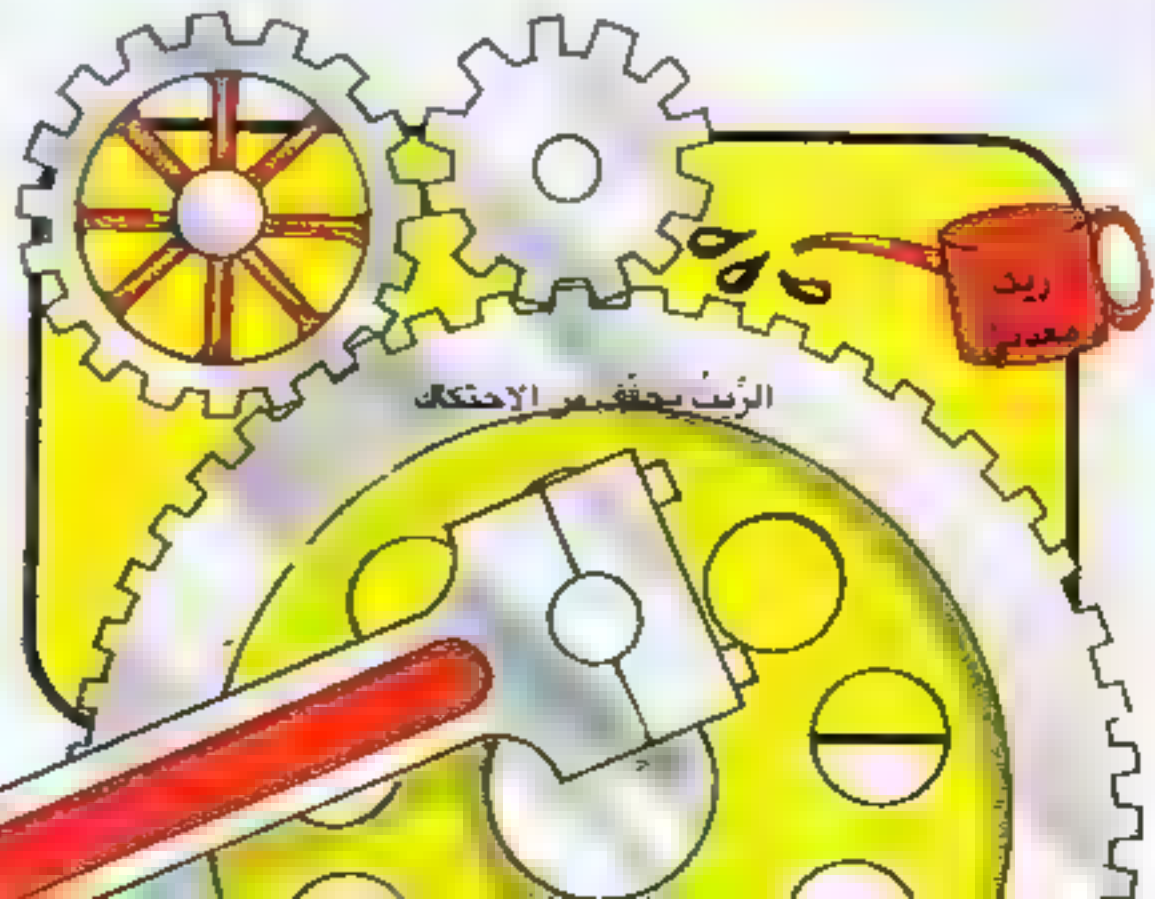
تُقدف (مطابري)  
حبات الحصى  
إلى الحلف  
حالما يتحرك  
الزلاجات إلى  
الامام (قانون  
نيوتن الثالث)

عملية تشحيم  
العجلات بحفف  
لاحتكاك

## الاحتكاك في السوائل

هناك احتكاك بين طبقات الجزيئات في بعض السوائل  
مثل الدبس والفسل والزيت ، لذا فهي دبقة وبطيئة  
الحريان ويطلق على مثل هذه السوائل اسم السوائل  
اللزجة .

ويمكن استعمال بعض السوائل اللزجة كالزيت  
المعدني لمنع بعض أجزاء الآلات من الاحتكاك بعضها  
بعض ويوضع الزيت بين القطع المتحركة في الآلات  
لتقليل الاحتكاك فيما بينها أتغرف لماذا لا نستخدم  
الماء لتقليل الاحتكاك ؟





## السَّرعَة والتَّسارع والجاذبيَّة

تُعرَّف السَّرعَة بأنَّها المسافَة التي تقطَعها الأجسامُ في وحدة الزَّمنِ . أمَّا السَّرعَة فهي مُختلفةٌ بغيرِ الشَّيء ، إذ إنَّها عبارةٌ عن السَّرعَة في اتِّجاهٍ معيَّن . ويتمُّ قياسُ كلِّ من السَّرعَة والسَّرعَة بالمتَر لكلِّ ثانيَّة (م/ث) أو الكيلومتر في السَّاعَة (كم/ساعة) . ويعني تغيُّرُ السَّرعَة التَّسارعُ أو التَّباطؤُ أو تعييزُ الاتِّجاهِ . أمَّا وحدةُ قياسِ كلِّ من التَّسارعِ والتَّباطؤِ فهي المتَر لكلِّ ثانيَّة مربَّعة ، لأنَّ التَّغيُّز في السَّرعَة يكونُ بالنَّسبة للزَّمنِ

### تجربة ( أبطأ وأسرع )

تتسارع هذه الطائرة ( تزداد سرعتها ) لحظة إقلاعها

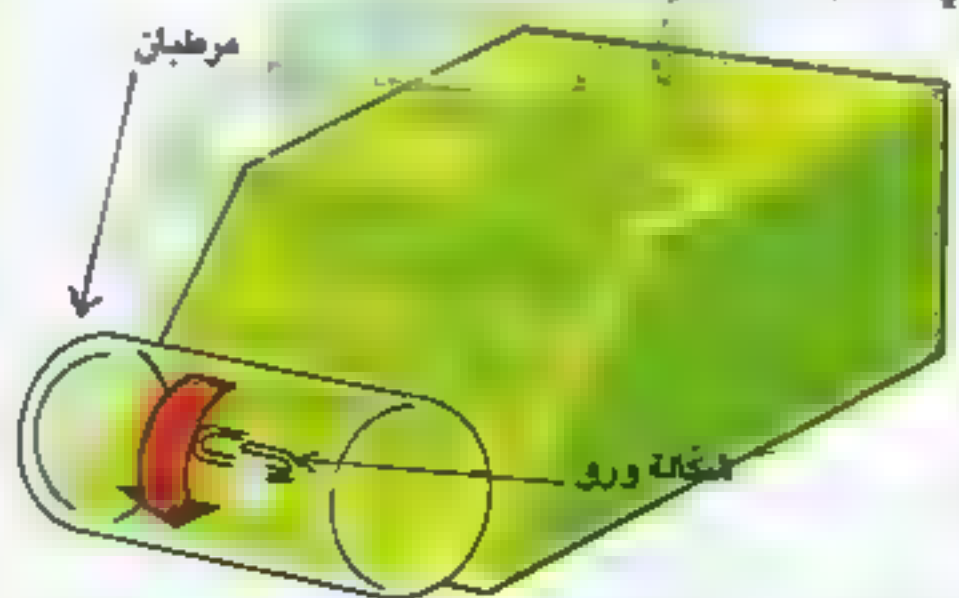


تتباطأ الطائرة (تقل سرعتها) عند الهبوط



الاحتكاك يساعد الطائرة على التباطؤ

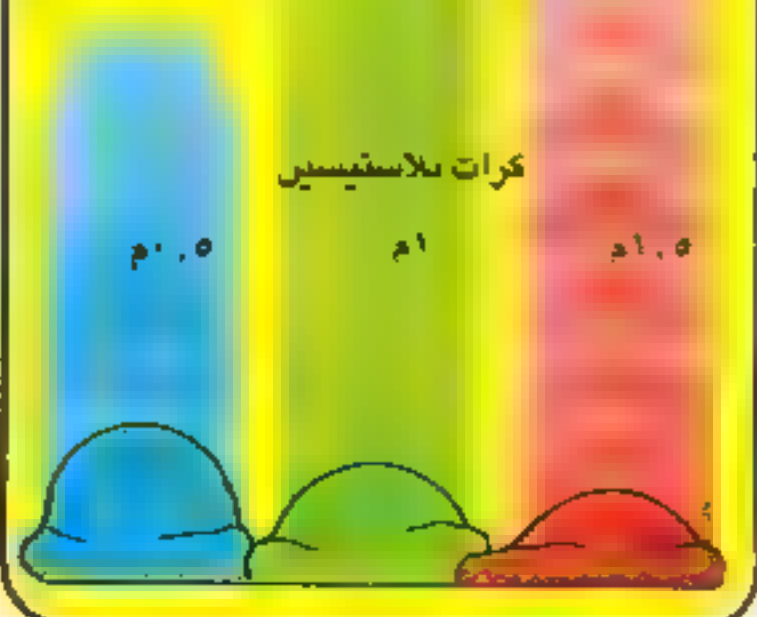
بمقدورك أن ترى أثر الاحتكاك بإجراء هذه التجربة . ألصق شكلة ورق على جانب مرطبان وأخذه يتدحرج على سطح مستو صلب . ستسمع الطقطقة الناشئة عن اصطدام الشكلة بالسطح في فترات زمنية متباعدة لأن الاحتكاك بين المرطبان والسطح يجعله يتباطأ . وهذا يعني أن الزمن الذي يحتاجه المرطبان حتى يدور دورة كاملة سيتزايد نتيجة الاحتكاك الذي يفرض على إيقاص سرعته . وهذا ما يُعرف في الفيزياء بمقاومة الهواء .



الآن اجعل المرطبان يتدحرج على سطح مائل في هذه الحالة ستسمع الطقطقة في فترات زمنية متقاربة، إذ يتسارع المرطبان بفعل قوة الجاذبية التي تسحبه إلى أسفل . وقد وجد الفيزيائيون أن الجاذبية الأرضية تسحب الأشياء إلى الأرض بالتسارع نفسه . ويُطلق على هذا التسارع اسم تسارع الجاذبية الأرضية ، ويساوي ٩,٨ متر/ثانية مربعة

### أسرع وأسرع

كلما سقطت الأجسام من ارتفاعات أعلى . ازدادت سرعتها النهائية . اسقط ثلاث كرات من مادة البلاستيك من ارتفاعات متساوية الحجم من ارتفاعات مختلفة ( ١,٥ م ، ١ م ، ١,٥ م مثلاً ) . ستلاحظ أن الكرات تتبع عند ارتطامها بالأرض بحيث يتغير شكلها . في أي الكرات الثلاث يكون الانبعاج أكبر ؟ لماذا ؟ ( انظر ص ٤٧ لتعرف الجواب )





## الأرض والقمر

يدور القمر كغيره من القوايع الأرضية ( الأقمار الصناعية )  
حول الأرض بسرعة ثابتة ومحافظاً على بُعد ثابت عن  
الأرض

ولا يحتاج القمر في حركته هذه إلى قوة تدفعه نظراً لابعدام  
الاحتكاك في الفراغ ، لذا فإنه سيظل يدور بالسرعة نفسها إلى  
الأبد وتبقى المسافة بين القمر والأرض ثابتة نظراً لقوة  
الجذب بينهما

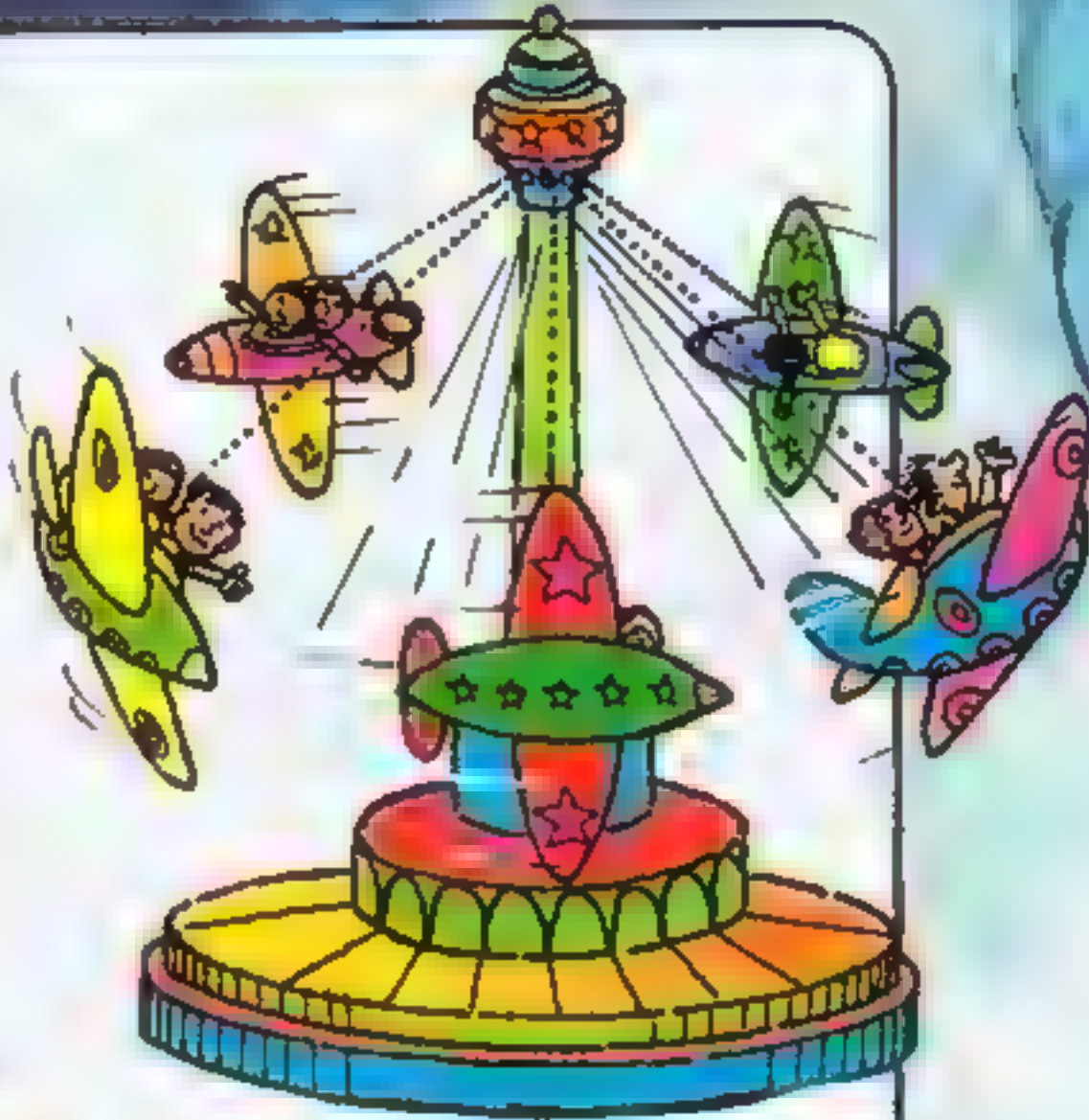
هذه المسافة لا تتغير أبداً

القمر

الأرض

## قوة الطرد المركزي

إن مُصْطَلَح قوة الطرد المركزي  
باللغة الإنجليزية في الأصل مكون  
من مقطعين الأول Centre ويعني  
المركز، والآخر Force ويعني الفرار  
ويمكن ملاحظة تأثير هذه القوة في  
بعض ألعاب الأطفال وبخاصة تلك  
الموجودة في مدينة الملاهي، إذ إنه  
عند تحريكها حركةً دورانيةً وازدياد  
سرعتها تبتعد الأرجوحة عن  
محور الدوران وتؤثر على هذه  
الأرجوحة قوةً باتجاه المركز تعمل  
على إبقائها متمركزةً حركةً دورانيةً  
وتحول دور تحريكها في خطٍ  
مستقيم وفي الوقت ذاته تؤثر كل  
أرجوحة على الحبل بقوة إلى  
الخارج يُطلق عليها اسم « القوة  
الطاردة من المركز » وتعمل على  
إبعاد الأرجوحة عن محور الدوران

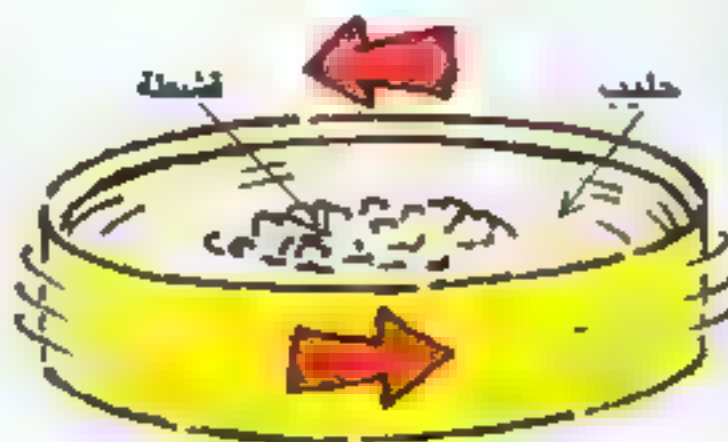


حرك ذلواً مملوءاً بالماء حركةً دورانيةً  
سريعةً في مستوى رأسك كما في  
الصورة . إن الماء لن يتسكب من  
الذلواً لأن قوة الطرد المركزي تؤثر  
عليه ليبقى داخل الذلواً

## صناعة القشطة

في المصانع تستخدم قوة الطرد  
المركزي لفصل السوائل المختلفة  
بعضها عن بعض مثل الحليب والقشطة .  
ونظراً لأن كثافة القشطة أقل من

كثافة الحليب ، فإنها تحتاج إلى قوة  
طرد مركزي أقل لتستمر في حركة  
دورانية وتكون قوة الطرد  
المركزي في المركز أقل مما يجعل  
القشطة تدق في المركز في حين  
يدفع الحليب إلى الجوانب



هل بإمكانك إيجاد القوى التي تؤثر  
على معلقة الهبوط المبيّنة في  
الصورة ؟

## السرعة النهائية

بسبب القوى الناتجة عن مقاومة الهواء  
فإن الأجسام التي تسقط من ارتفاعات  
شاهقة ( كالمطلي مثلاً ) تتسارع حتى  
تبلغ سرعتها حداً معيناً يُعرف بالسرعة  
النهائية ، ونعدها يسقط الجسم بسرعة  
ثابتة

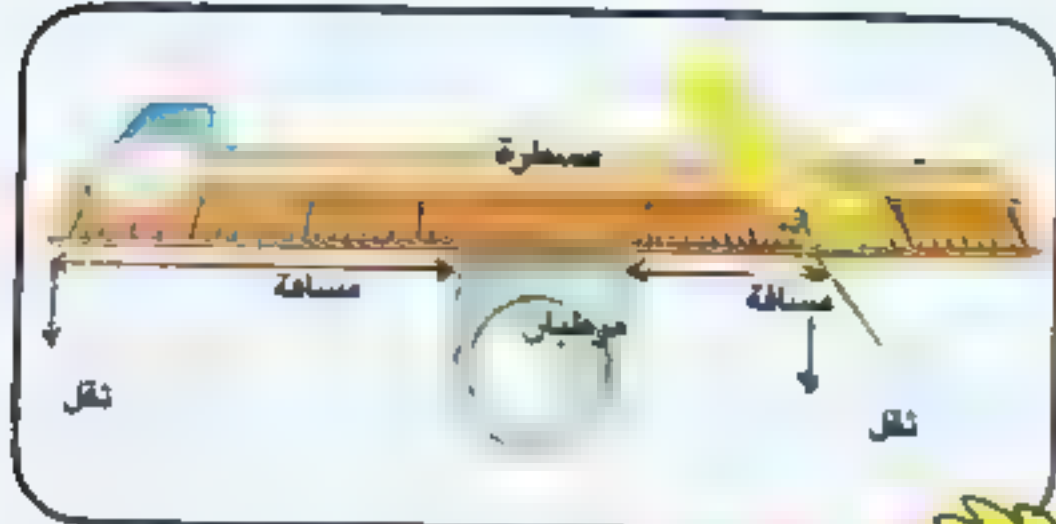


# الآلات والشغل والقدرة

إنك تستخدم الآلات دائماً لتعينك على القيام بالكثير من الأعمال . مع أن بعضها قد لا تبدو لك على أنها آلات مثل كسارة الجوز وفتاحة العلب وغيرها . إن الآلات تساعدك على أن تقوم بشغل ما ، وللشغل في العلوم معنى خاص . ويقال إن شغلاً يُبذل على جسم ما عندما يتحرك هذا الجسم فقط . فبالرغم من أنه يبدو لك في بعض الأحيان أنك قمت بفعل شاق في أداء امتحان ما على سبيل المثال ، فإنك في الواقع تكون قد بذلت شغلاً قليلاً فقط من وجهة نظر علمية وتُعطى كمية الشغل المبذول على جسم ما بحاصل ضرب القوة المؤثرة على ذلك الجسم ( بالنيوتن ) في المسافة التي تحركتها ( بالمتر ) . أما وحدة قياس الشغل فهي الجول .

## الروافع (العجلات)

تعد الروافع من الآلات البسيطة . وبالنسبة للفيزيائي يعتبر طرفا النواصة (السيسو) من الروافع إذ يحاول كل من الشخصين في الصورة أن يرفع الآخر عالياً وتعمل النواصة على أفضل صورة عندما يكون الشخصان متقاربين في الوزن وجالسين عند الطرفين . أما إذا كان أحدهما أثقل من الآخر فإنه يجب أن يجلس أقرب إلى محور الارتكاز ليتحقق حالة التوازن



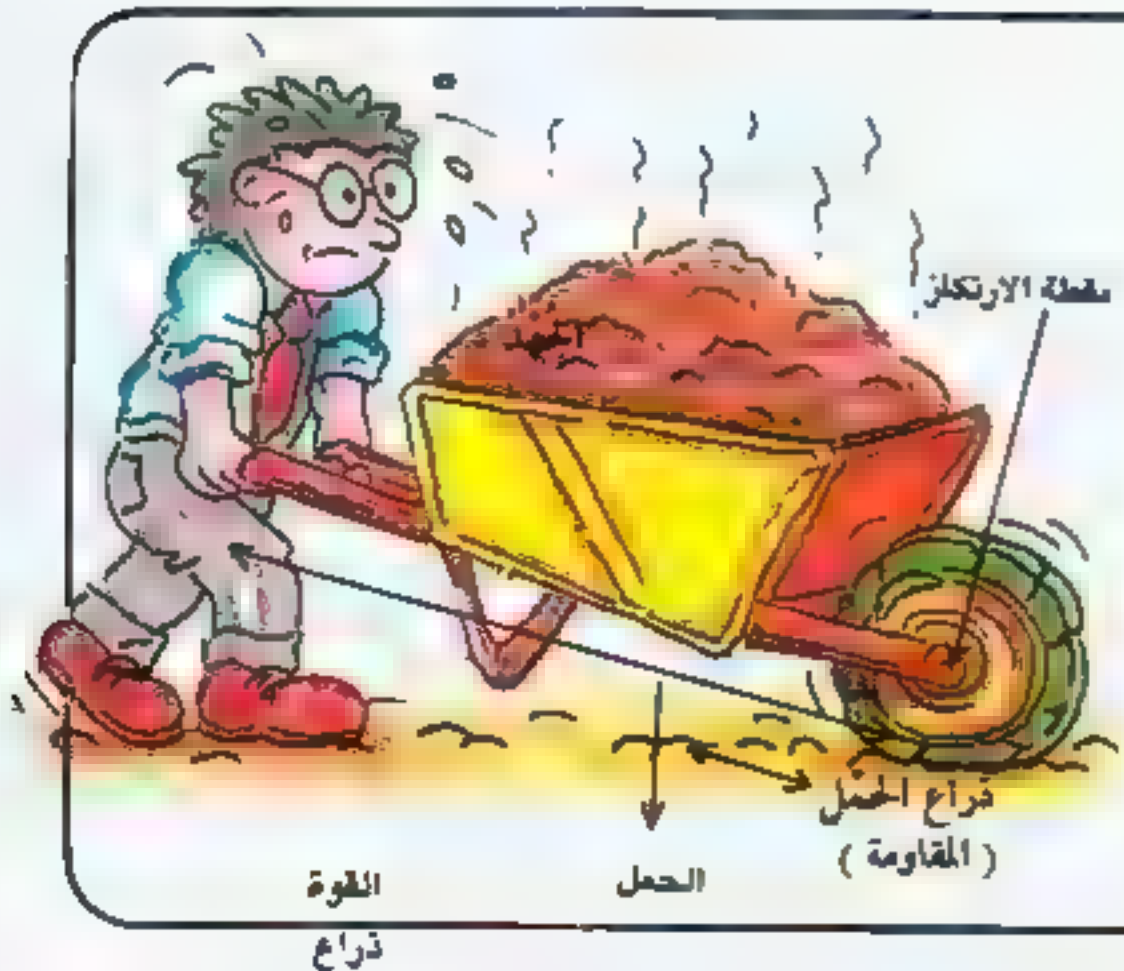
وأرى نين جسيين أحدهما أثقل من الآخر باستخدام مسطرة مرتكزة على حافة مرطاب . إن الجسم الأثقل يجب أن يكون أقرب إلى المنتصب ( محور الارتكاز) من الجسم الآخر لميل حالة الاتزان . أحسب مقدار عزم كل من الثقلين حول محور الارتكاز . هل هما متساويان ؟



تتألف الروافع من ثلاثة أقسام . نقطة الارتكاز أو محور الارتكاز ، وذراع الحمل أو ذراع المقاومة ، وذراع القوة أما محور الارتكاز فهو المحور الذي تتم حوله الحركة . وذراع المقاومة هو المسافة بين الحمل ومحور الارتكاز ، في حين أن ذراع القوة هو المسافة بين القوة المؤثرة ومحور الارتكاز .

للحصول على أتران تام يجب أن يكون عزم القوة على أحد جانبي محور ارتكاز النواصة (السيسو) مساوياً لعزم القوة على الجانب الآخر أي أنه يجب أن يكون حاصل ضرب وزن أحد الشخصين في بُعده عن محور الارتكاز مساوياً لحاصل ضرب وزن الشخص الآخر في بُعده عن محور الارتكاز

إن عربة اليد ما هي إلا رافعة بسيطة يُمثل العجل فيها نقطة الارتكاز . ويؤثر الثقل ( الحمل ) الموضوع في العربة بقوة إلى أسفل ، بينما يؤثر الشخص الذي يقود العربة بقوة على مقبضي العربة إلى أعلى . وتمثل المسافة ما بين العجل ومركز ثقل الحمل ذراع المقاومة ، أما المسافة ما بين العجل ويدي الشخص فتتمثل ذراع القوة . إذا كان ذراع القوة يساوي أربعة أضعاف ذراع المقاومة ، فإن القوة التي يجب على الشخص أن يبذلها تساوي رُتغ ثقل الحمل . ونتيجة لذلك فإن بمقدور الشخص أن يحمل باستخدام العربة أكثر بكثير مما يستطيع أن يحملة بيديه







إن كُمَارَةً أَحْوْزَ هِيَ أَيْضاً عِبَارَةٌ عَنْ رَافِعَةٍ وَالْعَرْقُ الْكَبِيرُ يُنَبِّئُ طَوْلَ ذِرَاعِ الْمَقَاوِمَةِ وَطَوْلَ ذِرَاعِ الْقُوَّةِ يَعْنِي أَنَّ انْصِفَاطَ عَلَى حَبَّةِ الْحَوْبِ الصَّلْبَةِ يَكُونُ كَبِيرًا جَدًّا مِمَّا يُمَكِّنُكَ مِنْ كُسْرِهَا بِقُوَّةٍ بَسِيطَةٍ

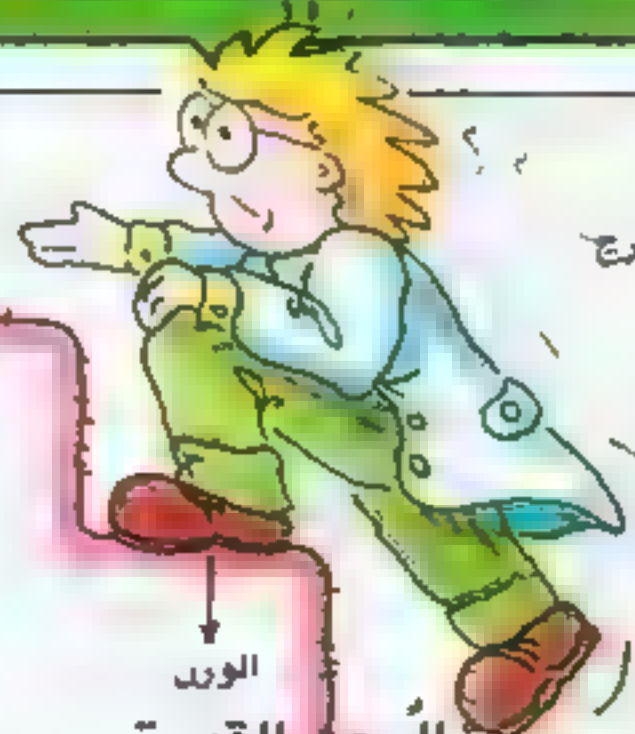
## السُّطُوحُ الْمَائِلَةُ

إِنَّ صُعُودَ تَلَّةٍ تَحْدُرُ انْحِدَارًا بَسِيطًا أَسْهَلُ بِكَثِيرٍ مِنْ صُعُودِ أُخْرَى شَدِيدَةِ الْانْحِدَارِ ، بِالزَّعَمِ مِنْ تَسَاوِيِ ارْتِفَاعَيْهِمَا ، لِذَا تَوْجَدُ طَرِيقٌ مُتَعَرِّجَةٌ تُصِلُ مَا بَيْنَ سَعُوحِ الْجِبَالِ الْعَالِيَةِ وَقَعْمِهَا وَيَعْدُ السُّطْحُ الْمَائِلُ بِعَثَابَةِ آلَةٍ حَاوِلٍ أَنْ تَفَكِّرَ بِاسْتِخْدَامَاتٍ أُخْرَى لِلْسُّطُوحِ الْمَائِلَةِ تَعْمَلُ عَلَى تَسْهِيلِ أَعْمَالِكَ



إِنَّ السَّرْعِيَّ هُوَ سَطْحٌ مَائِلٌ مِنْ نَوْعٍ خَاصٍّ ، اقْطَعْ قِطْعَةً مِنَ الْوَرَقِ عَلَى شَكْلِ مِثْلٍ ثُمَّ لَفَّهَا حَوْلَ قَلَمٍ رَصَاصٍ ، إِنَّ حَافَةَ الْوَرَقِ الطَّوِيلَةِ سَتَعْمَلُ حِطًّا مُنْحَنِيًّا حَوْلَ قَلَمِ الرِّصَاصِ تَعَامًا مِثْلَ اسْنَانِ الدِّرْعِيِّ وَيَعْمَلُ الدِّرْعِيُّ بِحَرَكَةٍ دَوْرَانِيَّةٍ ، إِذْ إِنَّ شِدَّةَ الْمَعَكِ يَعْمَلُ عَلَى تَحْرِيكِ حَرَكَةٍ دَوْرَانِيَّةٍ تَحْعَلُهُ يَدْخُلُ عَمِيقًا فِي الْحَشَبِ

وَإِذَا مَا صُعِدْتَ الدَّرَجَ ذَاتَهُ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ مِثْلِكَ تَكُونُ قَدْ بَدَلْتَ كَمِيَّةَ الشَّغْلِ نَفْسَهَا فِي وَقْتٍ أَقَلٍّ وَيَطْلُقُ عَلَى مَعْدَرِ الشَّغْلِ الْمَعْدُولِ اسْمُ الْقُدْرَةِ ، وَيُمْكِنُ حَسَبُ الْقُدْرَةِ بِقِسْمَةِ الشَّغْلِ الْمَعْدُولِ ( بِالْحَوْلِ ) عَلَى الزَّمَنِ الَّذِي يُذَلِّهِ ( بِالثَّانِيَةِ ) وَوَحْدَةُ قِيَاسِ الْقُدْرَةِ هِيَ الْحَوْلُ لِكُلِّ ثَانِيَةٍ أَوْ الْوَاتِ watt .



## مَا مِقْدَارُ الشَّغْلِ الَّذِي تَبْذُلُهُ ؟

بِإِمْكَانِكَ أَنْ تَقْيِسَ مِقْدَارَ الشَّغْلِ الَّذِي تَبْذُلُهُ عِنْدَمَا تُصْعَدُ دَرَجًا مَا ، وَذَلِكَ بِقِيَاسِ ارْتِفَاعِ الدَّرَجِ وَضَرْبِ هَذَا الِارْتِفَاعِ فِي وَزْنِ جِسْمِكَ بِالنِّيُوتِنِ ،

## سؤال عن القدرة

إِذَا كَانَ وَزْنُكَ يَسَاوِي ٤٥٠ نِيُوتِنٍ \* وَصُعِدْتَ دَرَجًا ارْتِفَاعُهُ عَشْرَةُ أَمْتَارٍ فِي زَمَنِ مِقْدَارُهُ ثَانِيَتَانِ ، فَكَمْ تَسَاوِي كَمِيَّةُ الشَّغْلِ الَّتِي بَدَلْتَهَا فِي صُعُودِ الدَّرَجِ ؟ احْسَبِ الْقُدْرَةَ فِي هَذِهِ الْحَالَةِ أَيْضًا



# الكهرباء والمغناطيسية

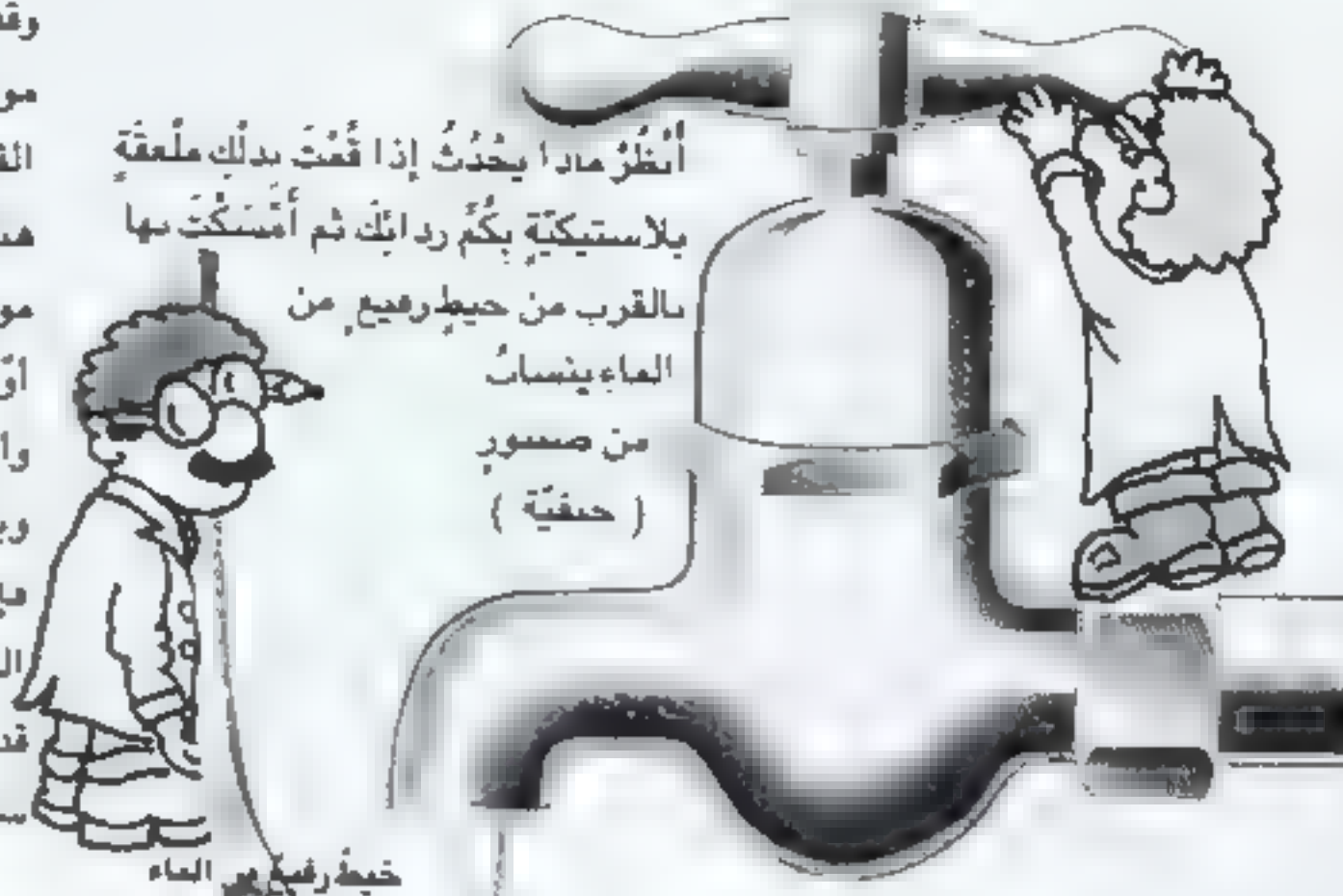
## الكهرباء الساكنة

قد تسمع أحياناً ، عندما تخطع ملابسك ، صوت قرقعة عندما يحدث احتكاك تيار الملابس المصنوعة من النايلون والملابس المصنوعة من مواد أخرى وقد ترى وميضاً كهربائياً ( شرارات كهربائية خفيفة ) إذا كان المكان معتماً إن هذا يحدث بفعل الكهرباء الساكنة

وقد عرف الإغريق القدماء بوجود الكهرباء الساكنة ، إلا أن موضوع الشحنات الكهربائية ظل يكتسب الغموض حتى القرن الثامن عشر عندما اكتشف العالم سيامين فرانكلين أن هناك نوعين من الشحنات الكهربائية الساكنة شحنات موجبة وشحنات سالبة ومن جهة أخرى كان فرانكلين هذا أول من اكتشف أن الغيوم مشحونة بالكهرباء الساكنة واخترع مانعة الصواعق عام ١٧٥٢ .

وبسبب هذه الشحنات الكهربائية قد تحدث أشياء غريبة فإذا كنت تجلس على كرسي وقمت بذلك حدائك دي النعل المطاطي بالسجاد ، ثم لامست بيدك جسماً معدنياً ، فإنك قد تشعر برجة كهربائية خفيفة ويعود السبب في ذلك إلى سريان الشحنات الكهربائية في جسمك

لولا الكهرباء والمغناطيسية لما كان هناك تلفاز أو ستيريو أو كمبيوتر ، ولا ألعاب فيديو أو مصابيح كهربائية أو غيرها من الأشياء الكثيرة المحيطة بك . وستتعلم في الصفحات التالية الكثير عن الكهرباء والمغناطيسية وعلاقتها ببعضها البعض الآخر



خيط رفيع من الماء

ملعقة بلاستيكية

قصاصات ورق

جرب أن تذلّ قلماً بلاستيكيّاً بقطعة من الصوف ، ثم قربه من قصاصات صغيرة من الورق



+

-

النواة

ذرة بروتونات في مركز الذرة (النواة) إلكترونات منجذبة حول النواة

زجاجة بلاستيكية

تتأثر الزجاجتان البلاستيكيتان المشحونتان بشحنة موجبة فتتجاذبان

( حزة الحربة ) عن الأخرى ( النامية )

## ما الذي يحدث ؟

١ - تتألف المادة من ذرات تحتوي على عدد كبير من الذرات المشحونة ويطلق على الذرات موجبة الشحنة اسم البروتونات في حين تسمى الذرات سالبة الشحنة الإلكترونات وفي الذرة المتعادلة ( غير المشحونة ) يكون عدد البروتونات مساوياً لعدد الإلكترونات - والإلكترونات أحف بكثير من البروتونات ، وهي تتحرك حول نواة الذرة في مدارات محددة أما البروتونات فتكون مستقرة في مركز الذرة الذي يُعرف بالنواة

٢ - إذا احتكّت مادتان ( كالصوف والبلاستيك مثلاً ) ، فإن الإلكترونات تنتقل أحياناً من إحدى المادتين إلى الأخرى ثم بذلك رجاكتين بلاستيكيتين فارعتين بقطعة من الصوف إن هذا يشحن الزجاجتين بشحنة سالبة أي إنه سيكون هناك فائض من الإلكترونات على كل منهما ضغ إحدى الزجاجتين على منضدة وقرب الأخرى منها ماداً تلاحظ إن الزجاجة الأولى ستندرج مبتعدة عن الثانية إن المواد المشحونة بشحنات مختلفة تتجاذب ، أما تلك المشحونة بشحنات متعاطلة فإنها تتنافر





## تأثير الأجسام المشحونة على غير المشحونة

ماذا يحدث إذا قرَّبت جسماً مشحوناً (كالقلم المبيّن في الصورة) من جسم آخر غير مشحون (كقصاصات ورق صغيرة) ؟

إذا كان القلم مشحوناً بشحنة سالبة ، فإن إلكترونات قصاصات الورق القريبة من القلم ستتنازع مع شحنته السالبة ، مما يجعل الأجزاء البعيدة من القصاصات سالبة الشحنة وإقريبة لوحة الشحنة وبتيحةً لذلك تنجذب قصاصات الورق نحو القلم وتتعلق به

لكن بعد فترة من الزمن تنقل بعض الإلكترونيات الرائدة على  
القلم غير حمله إلى الأرض وعندها يندم السجدة الورق  
إلى قلم يسقط عنه



البروتونات الموجبة في هذا الجزء من  
القصاصات تجذب موجات الإلكترونات السالبة  
على انظم



رَجِيَّةٌ بِالْأَسْبَاطِ مَشْجُونَةٌ  
يَشْجَعُ سَالِمَةٌ

## سؤال کهربائی

اشحن رجاة بلاستيكية فارغة بشحنة سائلة بدلها بقطعة  
من الصوف ، ثم ضعها بالقرب من بطء مصبوعة من  
البلاستيك موجودة في حوض حمام مملوء بالماء . ماذا  
تلاحظ ؟ إن البطء تتبع الرجاة على سطح الماء . لماذا  
يحدث ذلك ؟ انظر ص ٤٧ لمعرفة الجواب  
ماذا يحدث لو دلتك البطء هي الأخرى بقطعة الصوف ؟

\* انظر ص ٢٤ لمعرفة المزيد عن الكهرباء المحركة (التيار الكهربائي) ، ص ٢٠ لمعرفة المزيد عن اشعل

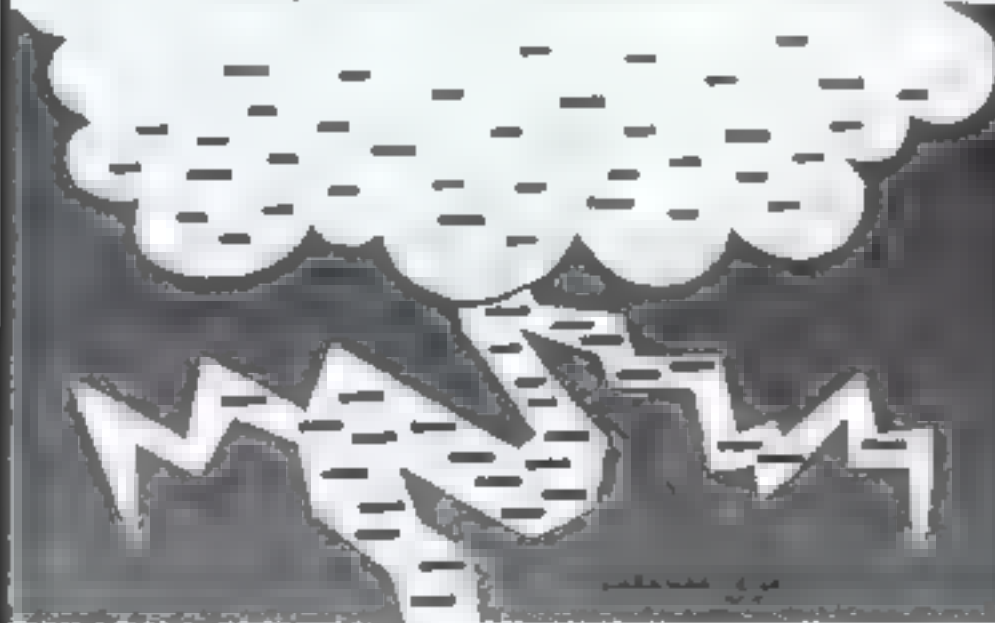
الْبُرْق



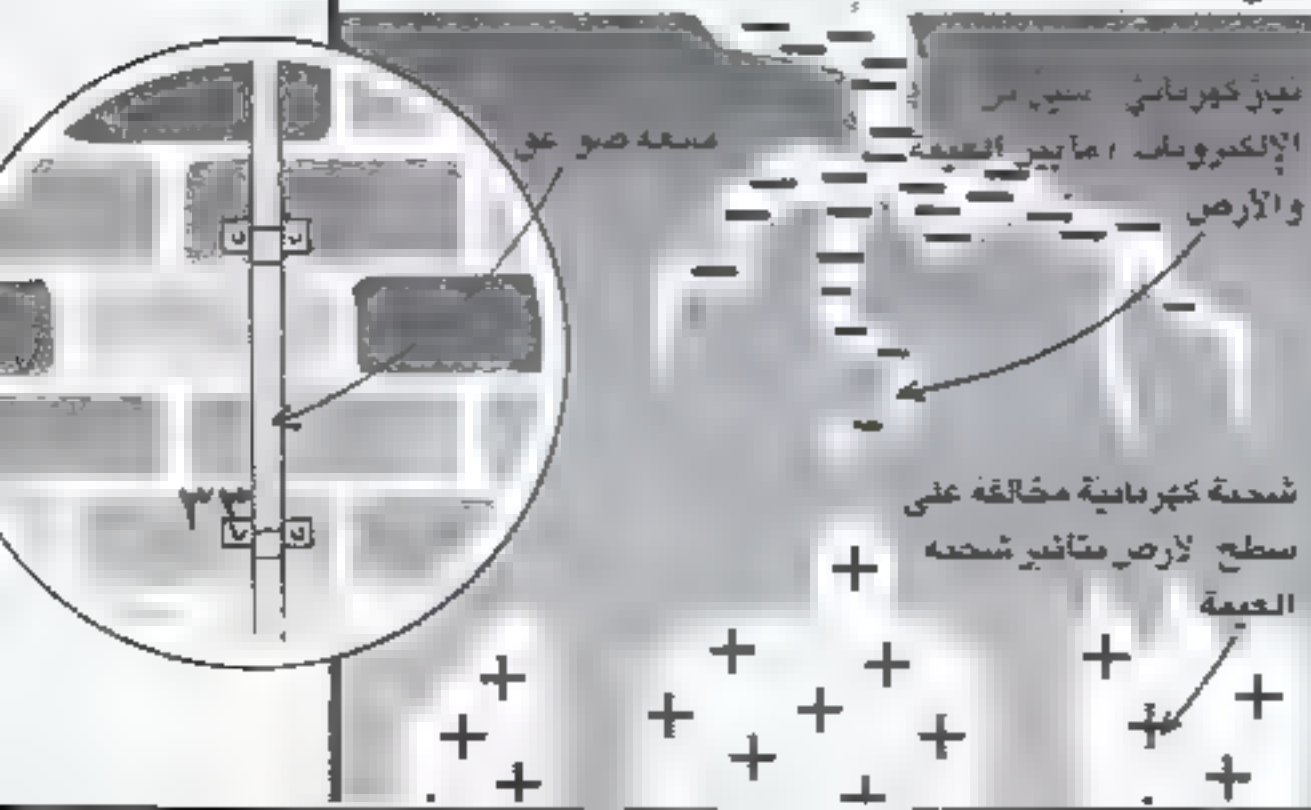
في الجو العاصف تشرقُ العيومُ بجُسيماتٍ تنبعُ للاحتكاك الذي يحدث ما بين الحُسيمات الموجودة فيها ، فتولّد شحناتٌ كهربائيةٌ موجبةٌ وأخرى سالبةٌ في أحرى مختلفةٍ من هذه العيوم . ونتمرُّ عمليةُ الشحن هذه إلى أن تصل قوّةُ التحدّد في بينها إلى حدٍّ تستطيعُ عندهُ الشحناتُ السالبةُ الانتقالُ من لعيوم المشحونة بها إلى تلك المشحونة بشحنات موجبةٍ مسبّةٍ ، الرق :

وإذا كانت شحنة الغيمة كبيرة جداً، وكانت الغيمة على ارتفاع محض عن سطح الأرض، فإنها تحدث شحنة مصادرة على الأرض، مما يؤدي إلى سريان تيار كهربائي من الغيمة إلى الأرض (تفريغ كهربائي).

ويظهر هذا التيار على شكل شرارة كهربائية متسلسلة تسمى الصاعقة وبالزغم من أن الصاعقة تستمر فترة قصيرة جداً إلا أن كمية كبيرة من الشغل تُدرّجها ويكفي هذا الشغل لتشغيل مصباح كهربائي قدرته ١٠٠ واط لمدة شهر كامل وترتفع درجة حرارة الهواء الذي يسري خلاله التيار ارتفاع كبيراً غير أنه لا يلتصق أن يعود إلى درجة حرارته الأصلية بسرعة كبيرة



إذا صادف اختيارٌ كهربائي في طريقه إلى الأرض شيئاً  
فيه بخرقة . لذا تُحمى المباني العالية بمعدات  
الصواعق ، وهي قضبان معدنية جيدة التوصيل للتيار  
الكهربائي ولها رؤوس مدببة . وتعمل مانعات الصواعق  
على تسريب الشحنات بأمان إلى الأرض .



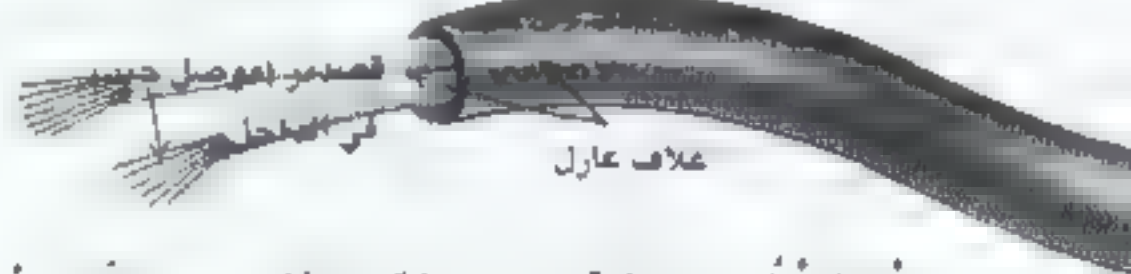


# الكهرباء المتحركة

إنَّ الكهرباء الساكنة تعني شحنات كهربائية غير متحركة، فهي لا تنتقل خلال الأسلاك أو خلال الهواء بصورة مستمرة. أما الكهرباء المتحركة فهي عبارة عن شحنات كهربائية متحركة باستمرار، وهذا النوع الأخير من الكهرباء هو الذي يجعل على سبيل المثال، مصباحاً كهربائياً يضيء وتزود محطات الطاقة الكهربائية الأماكن التي هي بحاجة إلى التيار الكهربائي بما تحتاجه بواسطة الأسلاك الرئيسية التي تصل بين المحطات وهذه الأماكن

## المواد الموصلة والمواد العازلة

تتفاوت المواد في مدى توصيلها للتيار الكهربائي كما تتفاوت في مدى توصيلها للحرارة. وتحتوي ذرات المواد الموصلة للتيار على إلكترونات «حرّة» أكثر من المواد العازلة وفي الظروف الطبيعية تتحرك هذه الإلكترونات بين الذرات بصورة عشوائية وتحتوي ذرات المعادن على أعداد كبيرة من الإلكترونات الحرّة مما يجعلها جيدة التوصيل للتيار الكهربائي



وعندما تنظر إلى قطعة من شريط كهربائي مرص، فانت نحد سنكين من القصدير (موصّلين للتيار) في غلاف من المطاط (العازل للتيار) لعزل السلكين وتوفير السلامة

## تحذير

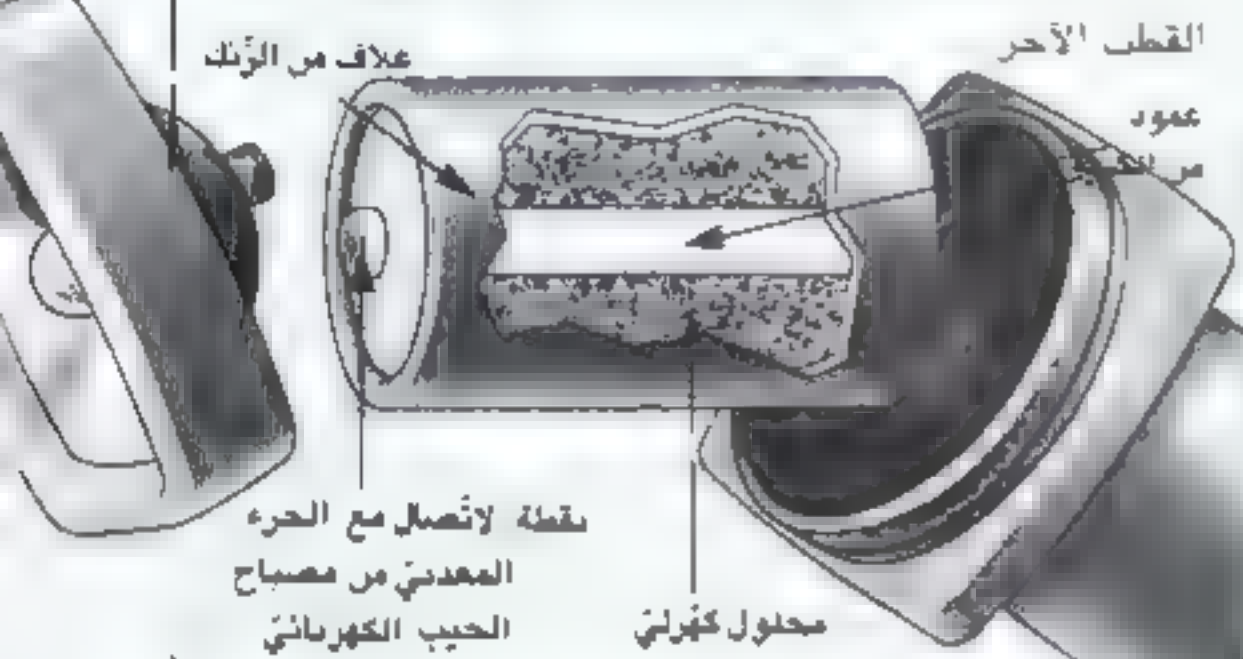
إنَّ الكهرباء في المنزل على راحة عامة من الخطورة إليك أن تلمس الأجزاء المعدنية من القوابس (الفيشات)، لأنَّ التيار الكهربائي في هذه الحالة سيسري خلال جسمك إلى الأرض. ومن الممكن أن يسبب هذا التيار لك صدمة كهربائية عسيّة قد توقف قلبك عن الحفاز لا قدر الله

ويُرحبُ الشب في استمرار سريان تيار كهربائي في الدارة الكهربائية إلى وجود فرق في الجهد بين طرفيها ويقاس فرق الجهد الكهربائي بوحدة الفولت نسبة إلى العالم فولتا. وتُعدُّ البطاريات مصادر لتوليد فرق الجهد أما التيار الكهربائي فهو مقياس لعدد الإلكترونات المتحركة خلال موصل ما، ويقاس «تياراً» بالأمبير

على صفحة ٤٢ برنامج كمبيوتر تتمكن من خلاله أن تحسب كمّة الطاقة الكهربائية المستهلكة في منزلك، بالإضافة إلى قيمة هامورة الكهرباء الخاصة بك

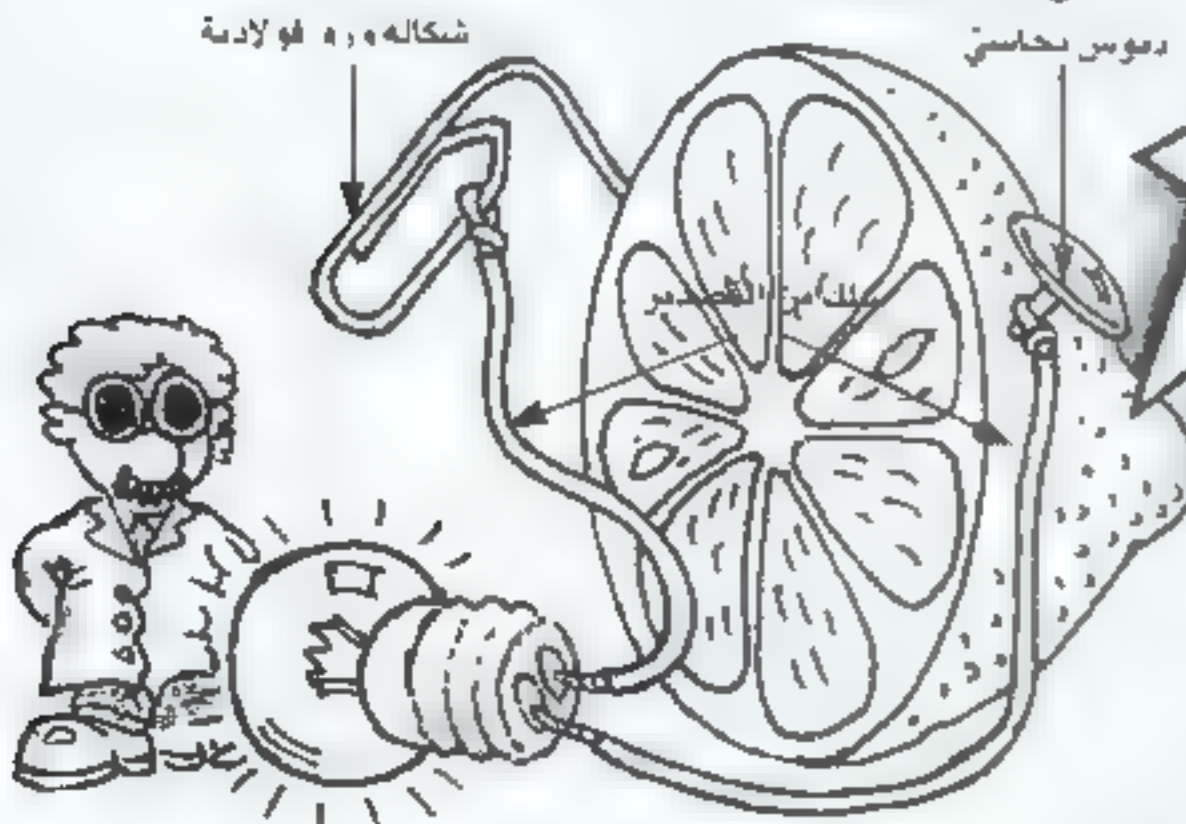
## كيف تعمل البطارية

تحتوي البطارية بداخلها على محلول كيميائي خاص، ويُطلق على مثل هذا المحلول اسم المحلول الكهربائي (الإلكتروليتي)، أي الذي ينحدر بالكهرباء. ويتكوّن هذا المحلول من ملاب من الشحنات الموجبة والسالبة أم غلاف البطارية فيصنع من الزنك ويُغمس عمود من الكربون في المحلول، ويكون الزنك والكربون هما قطب البطارية. ويحدث في المحلول تفاعل كيميائي يتسبب في تحرك الشحنات الموجبة نحو أحد القطبين والسالبة نحو



وعندما يتم وصل لقطبين بملامسة الأجزاء المعدنية من مصباح حبل كهربائي، فإن تياراً كهربائياً يسري في هذه الحالة وعندما يستهلك المحلول الكهربائي لا يسري التيار في اسطارية ويقوم هذا البطارية قد استنفدت ولم تعد قادرة على العمل

## اصنع بطارية

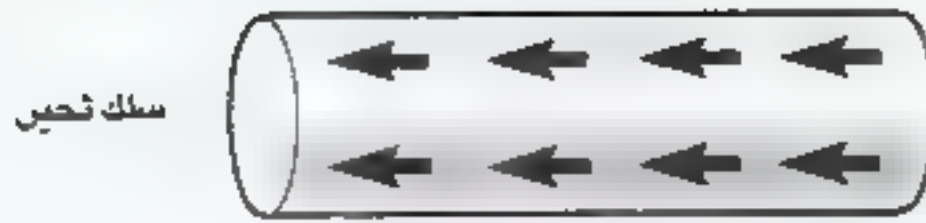


عزّر قطعتين من معدنين مختلفين في نصف حبة من الليمون، وتأكد من عدم ملامسة بعضهما بعضاً لف سلكاً من القصدير حول طرف كل من المعدنين، وصل الطرفين الآخرين للسلكين بمصباح كهربائي يعمل على فرق جهد قدره ١,٥ فولت

إنَّ المصباح قد يضيء في هذه الحالة حيث يعمل المعدنان كقطبي بطارية والليمون كمحلول كهربائي



## المُقاومة الكهربائية



مقطع السلك النحيف أكبر من مساحة مقطع السلك الرقيق

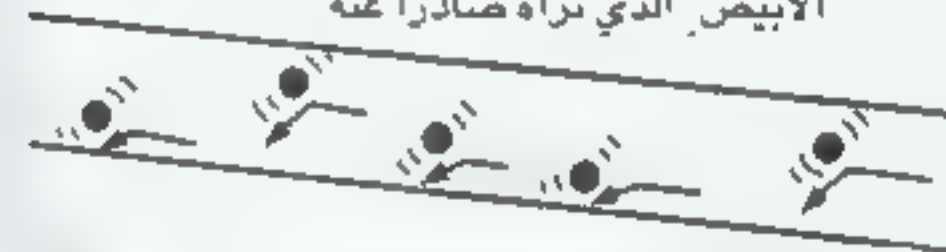
ويُشبه ذلك إلى حد ما طريقاً سريعاً يمكن أن يمر عليه عدد أكبر من السيارات من تلك التي يمكن أن يستوعبها طريق داخلي ذو مشرب واحد



تسمح الموصلات الحيدة بسرّيان الإلكترونات ( التيار الكهربائي ) خلالها بسهولة . وبالرغم من ذلك تصطدم الإلكترونات أحياناً بذرات السلك الذي تسري خلاله مما يقلل من سرعتها ويحد من حرّية حركتها ويُطلق على هذه الظاهرة اسم « المقاومة » . وكلما ازداد طول سلك ما كانت مقاومته أكثر وتكون مقاومة السلك النحيف أقل من مقاومة السلك الرقيق . إذ إن مساحة

## الضوء الكهربائي

يتكوّن السلك في المصباح الكهربائي من ملف حلزوني رقيق من التنجستن ، الذي يكثر استخدامه نظراً لارتفاع درجة حرارة انصهاره وتصطدم الإلكترونات بذرات السلك مما يجعلها تهتز أكثر فأكثر ، فترتفع بذلك درجة حرارة السلك الذي يتوهج ، فيعمل بذلك على إضاءة المصباح بالضوء الأبيض الذي يراه صادراً عنه



تصطدم الإلكترونات العازة خلال سلك رقيق باستمر بذرات السلك مما يؤدي إلى اهتزازها فتشع ضوءاً وحرارة

غلاف زجاجي

أسلاك حاملة لفيل المصباح

فيل على شكل ملف

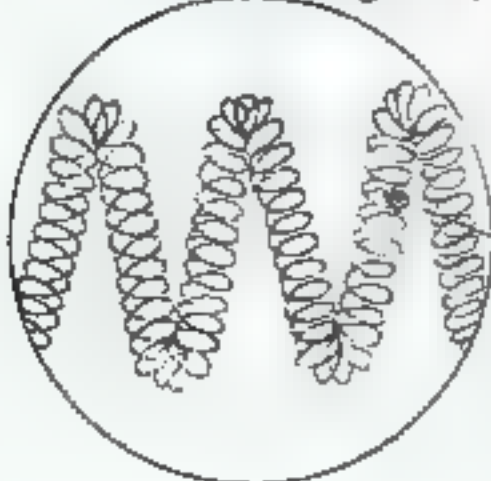
بدل الزئبق (بالواط) المكتوب على المصباح على قدرة كهربائية المصباح ، وتعتبر القدرة مقياساً لشدة إضاءة المصباح . فكلما ازدادت القدرة ازدادت شدة الإضاءة وارتفع الاستهلاك

## التيار المباشر والتيار المتردد

يسمى التيار الكهربائي الذي تولّده البطارية بالتيار المباشر أو المستمر فهو يسري في اتجاه واحد وثابت أما التيار المتردد في محطات الطاقة الكهربائية فيعبر بالتيار المتردد أو المتغير . لأنه يغير اتجاهه مئات المرات في الثانية الواحدة وتستخدم المحولات لرفع قيمة التيار المتردد إلى ضغط أعلى عندما يراد نقله عبر مسافات طويلة وفي حالة التيار ذي الضغط العالي يكون فقدان الطاقة على شكل حرارة أقل منه في حالة التيار ذي الضغط المنخفض

يُملأ جسم الغلاف بغاز خامل مثل الأرجون . ولو ملئ الغلاف بهواء عادي لتأكسد السلك واخترق

يكون السلك الزئبق داخل المصباح على هيئة ملف حلزوني ذي لفات متقاربة . وهكذا يمكن وضع سلك أطول داخل المصباح فيكون الضوء الناتج أكثر شدة



منظر مكبر للفيل المصنوع من التنجستن



## المغناطيسية

إنَّ المغناطِذَات قُوَّاتٌ كَثِيرَةٌ ، فهي أجزاء رئيسية في السَّمَاعَاتِ والميكرو فوناتِ والمحرَّكاتِ الكهربائيَّة والأجراسِ المنزليَّة وغيرها .

لقد تمَّ اكتشافُ المغناطيسية قبل ألفين وخمسمائة عام من حَجَرٍ يُعرَفُ بالحجر المغناطيسيِّ استُخدمهُ الإنسانُ آنذاك لِصُنْعِ البوصلاتِ . وتمتلك معادنٌ مثل الحديد والنيكل والكوبالت وحدها خصائصَ مغناطيسيَّة تجعلُ من الممكنِ مغنطتها ذاتياً كما يمكنُ صنْعَ مغناط قويِّه بمزجِ هذه المعادن المذكورة مع معادنٍ أخرى فالهولادُ مثلاً هو مزيجٌ من الحديد وقليلٍ من الكربون ، ومن الممكنِ صنْعَ مغناط قويِّه منه أيضاً . جَرِّبْ أن تُحضِرَ مغناطيساً وانظر ما هي الأشياء التي يجذبُها

### إزالة المغنطة

إذا تمَّت مغنطة جسمٍ ما ، فإنَّ كثيراً من حريَّاته تشيرُ في الاتِّجاه نفسه وإزالة المغنطة يتعيَّنُ عليك أن تعملَ على « حُلْطِ » المغناط الحُرِّيَّة لِجسم ثابتة لتصبحَ غيرَ مرئية .

ويمكنك أن تفعل ذلك بالطُّرُقِ على المغناطيس بمطرقة أو تسخينه إلى درجة الاحمرار ثمَّ اتركه يَبْرُدُ ( لا تقم بهذا العمل بنفسك )

### مجالات القوة

( خطوط المجال )

برادة الحديد

إنَّكَ لا تستطيعُ أن ترى كيفية عمل المغناطيس إلا أن هناك قوى حول المغناطيس يمكنك ملاحظتها بذرِّ برادة الحديد حول المغناطيس . إنَّ البرادة تترتَّبُ في أنماطٍ معينة

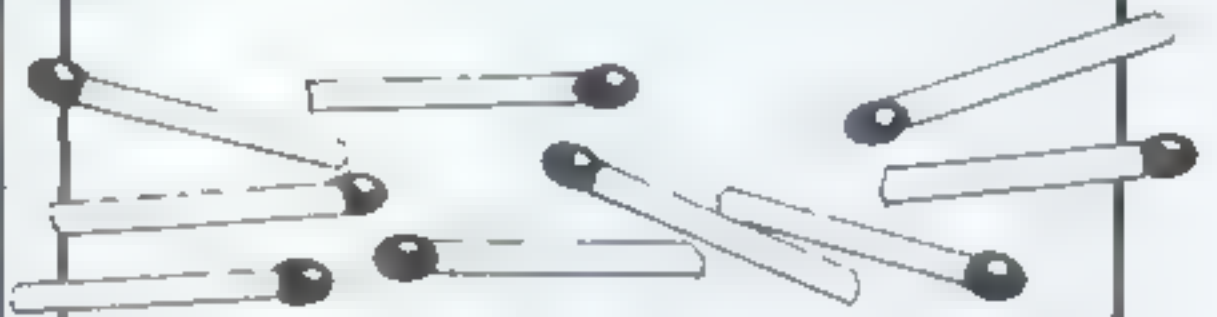
صنِّع مقداراً طفيفاً من برادة الحديد في صندوقٍ وحركها بيدك حتَّى تُعطِي قعرَ الصندوق وضع الصندوق فوق مغناطيس ، فتلاحظ أن برادة الحديد تتحرَّكُ مترتبةً على سطحٍ معينٍ على هيئة خطوطٍ منحنية تُعرَفُ بخطوط المجال المغناطيسيِّ

برادة الحديد

وتوضِّح خطوط المجال ما إذا يحدثُ في المنطقة حول المغناطيس جَرِّبْ أن تفعل ذلك بوضع مغناطيسين تحت الصندوق بحيث يكون قطباهما المتشابهان معاً

### ما هو المغناطيس ؟

تصوِّرُ عدداً كبيراً من عيِّدان الثَّقابِ تمثِّلُ مجموعات الجزيئاتِ \* في مادةٍ مغناطيسيَّة إنَّ كلَّ عودِ ثَقَابٍ يمثِّلُ مغناطيساً بقطبِ شماليٍّ عند راسِ العودِ وآخر جنوبيٍّ عند الطرفِ الآخرِ



ويمكنُ تصوِّرُ قطعةٍ غيرَ مُمغنطةٍ من الحديد على أنها مؤلَّعةٌ من عددٍ من مغناطِ عيِّدان الثَّقابِ غيرِ المرتبة بشكلٍ يجعلُ بعضها يُعْمِي تأثيرَ البعض الآخرِ

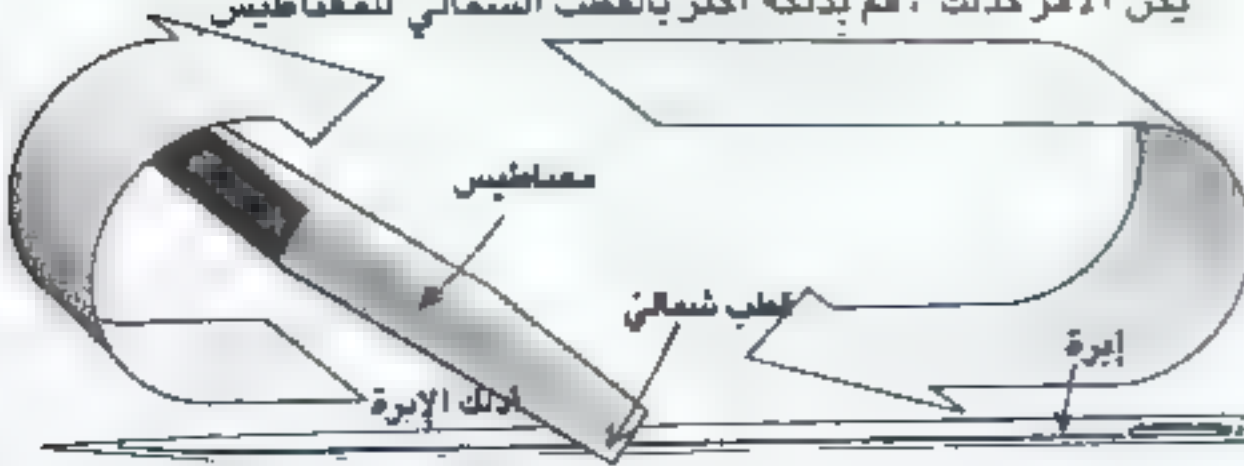


وإذا ما تمَّت مغنطة قطعة الحديد فإنَّ المغناط الحُرِّيَّة تصطف بترتيب بحيثُ تشيرُ أقطابُها الشماليَّة في الاتِّجاه ذاته

### أعمل مغناطيساً

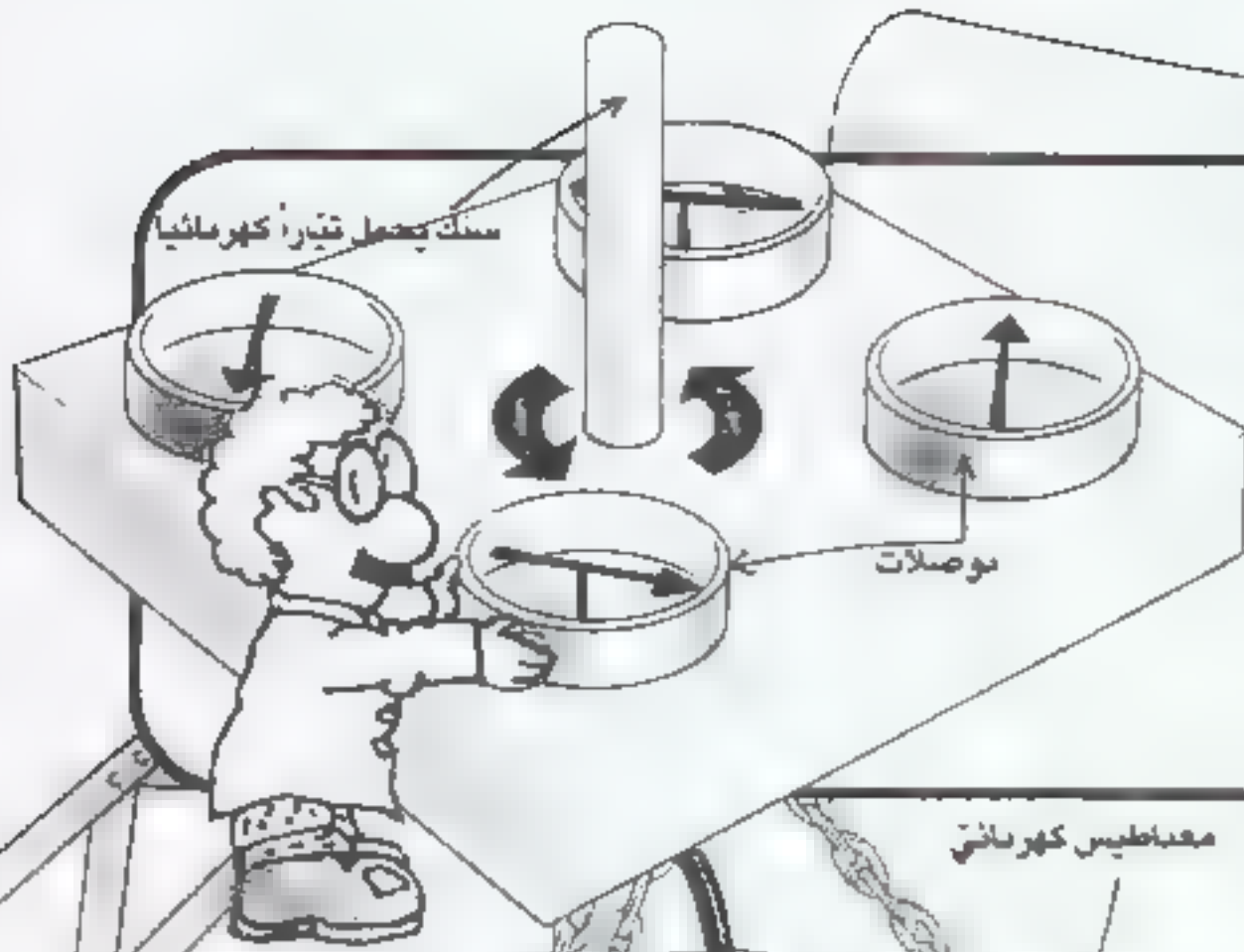
احضِرْ مغناطيسين وقَرِّبْ أحدهما من الآخر ستلاحظ أن القطب الشماليَّ لأحد المغناطيسين يجذبُ القطب الجنوبيَّ للمغناطيس الآخر أما الأقطابُ المتشابهة ( شمالي شمالي أو جنوبي / جنوبي ) فإنَّها تتنافرُ ويمكنك أن تُغنطَ مسماراً فولادياً ( إبرة فولادية ) بذلك في الاتِّجاه نفسه ثماني أو تسع مرَّاتِ بقطبِ شماليٍّ لمغناطيسٍ آخر إنَّكَ عندما تفعلُ ذلك فإنَّ القطب الشماليَّ للمغناطيس يجذبُ نحوه الأقطاب الجنوبية للمغناط الحُرِّيَّة الدقيقة في

المسمار أو الإبرة ممَّا يجعلُ هذه المغناط تصطف بترتيب هل أصبح المسمار الآن قادراً على جذب الأشياء ؟ إذا لم يكن الأمر كذلك ، فمُ بدِّلْهُ أَكْثَرَ بِالْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ للمغناطيس





## الكهرباء و المغناطيسية

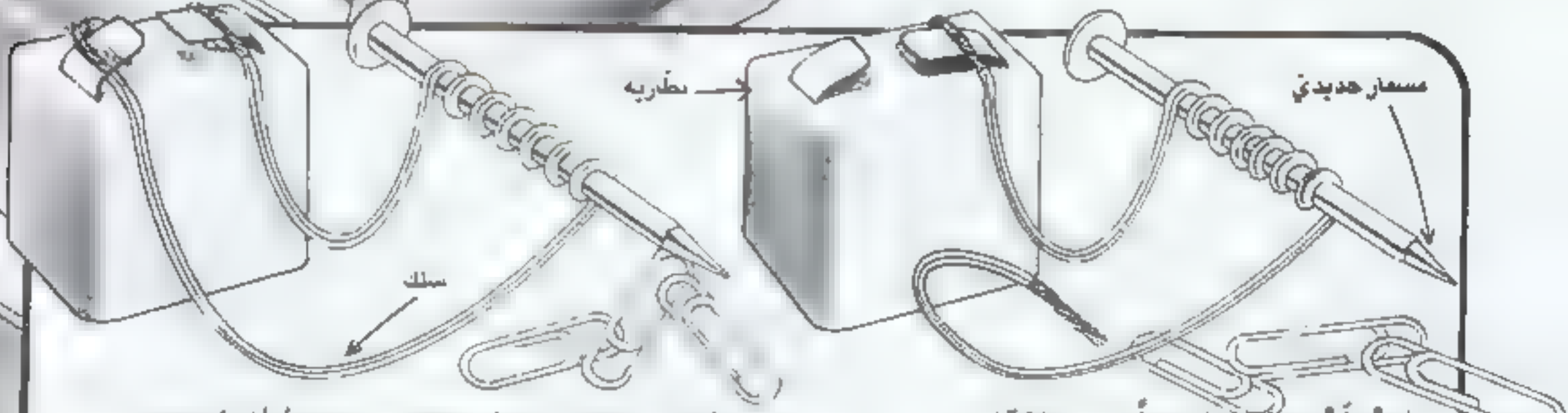


لو حط لأول مرة على أكثر من مائة وخمسين سنة في عدد وضع عدد من الموصلات الصغيرة بالقرب من سلك يسري فيه تيار كهربائي، فإن الأمر تترتب في اتجاهه أثر في حوله السلك وإذا ما توقف سريان التيار في السلك فإن إمر الموصلات تعود لتشير في الاتجاهات الأصلية ( شمال - جنوب )

إن التيار الكهربائي يكوّن حول السلك مجالاً مغناطيسياً بنفس الطريقة التي تحدث في المعدنيس

### المغناطيس الكهربائي

يُولد ملف حلزوني ( لولبي ) يسري فيه تيار كهربائي مجالاً مغناطيسياً أقوى من ذلك الذي يُولد في سلك مستقيم وإذا ما حُر قصيب حديدي داخل الملف فإنه يعمل كمغناطيس قوي جداً عندما يسري التيار في الملف أما إذا أوقف سريان التيار فإن الحديد يعود غير مُغْنِط ويُسمى هذا النوع من المغناطيس «مغناطيساً كهربائياً» وتستخدم مغناطيس كهربائية ضخمة لنقل وتحمل الحديد الخردة والقضبان الفولاذية وأجزاء الآلات الثقيلة ، حيث يسري التيار في هذه المغناطيس لالتقاط الجمل ويوقف سريانه لإلقاء الجمل أرضاً ويقال عن المغناطيس الكهربائي إنها مغناطيس مؤقتة



إن المسمار هنا يصبح مغناطيساً تردد قوته كلما ازداد عدد لفات السلك حوله ، فحسب قوة جذب المغناطيس بتقريبه من بعض أشكال الورق ماذا يحدث إذا مكّنت أحد طرفي السلك من قطب البطارية ؟ إن المسمار يعود ليصبح غير مُغْنِط فور توقف سريان التيار

يمكنك أن تصنع مغناطيساً كهربائياً بسيطاً باستخدام سلك وبطارية ومسمار حديدي لف السلك حول المسمار جاعلاً اللفات قريبة جداً بعضها من بعض صل طرفي السلك بقطبي بطارية لجعل التيار الكهربائي يسري في السلك

### طريقة أخرى لصنع المغناطيس

إن مغناطيساً قد يُغْنِط جسماً آخر دون أن يتلامسا ، إذ إن خطوط المجال المغناطيسي للمغناطيس تمتد في الفراغ وتعمل على ترتيب المعادن الحُرَيْثِيَّة في الجسم المراد مغنطته ونُسمى هذا التأثير في المغناطيسية الحث المغناطيسي

المغناطيس المؤقتة وحدها يمكن صنعها بالحث المغناطيسي





## المُحَرِّكَاتُ الكَهْرِبَائِيَّةُ

تُصَوِّرُ سِلْكَاً ( يَحْمِلُ تِيَاراً كَهْرِبَائِيّاً ) مَوْضِعاً بَيْنَ مَغْنَاطِيْسَيْنِ . إِنَّ الْمَجَالَاتِ الْمَغْنَاطِيْسِيَّةَ تَتَدَاخَلُ مَعَ الْمَجَالِ الْكَهْرِمَغْنَاطِيْسِيِّ لِلْسِّلْكِ ، حَيْثُ تَعْمَلُ الْقُوَّةُ النَّاشِئَةُ مِنْ هَذَا التَّدَاخُلِ عَلَى تَحْرِيكِ السِّلْكِ إِلَى مَوْضِعٍ آخَرَ .

وَتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ الْعَكْرَةُ الْبَسِيطَةُ فِي الْمَحَرِّكَاتِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ

### اصْنَعْ مُحَرِّكاً كَهْرِبَائِيّاً

يُمْكِنُكَ مَهْمُ عَمَلِ الْمَحَرِّكَاتِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ بِصُورَةٍ أَفْضَلَ إِذَا مَا قَعْتَ بِصُنْعِ وَاحِدٍ مِنْهَا بِهَيْسِكَ . وَلِهَذَا الْغَايَةِ نَحْتَاجُ إِلَى - مَغْنَاطِيْسَيْنِ دَائِمِيَيْنِ ،

- قِطْعَةَ خَشَبَةٍ مِنَ الْفَلِينِ .

- سِتَّةَ دِيَابِيْسٍ ،

- إِبْرَةَ حَيَاكَةٍ ،

- سِلْكَ رَفِيعٍ مِنَ النِّحَاسِ الْمَعْزُولِ ،

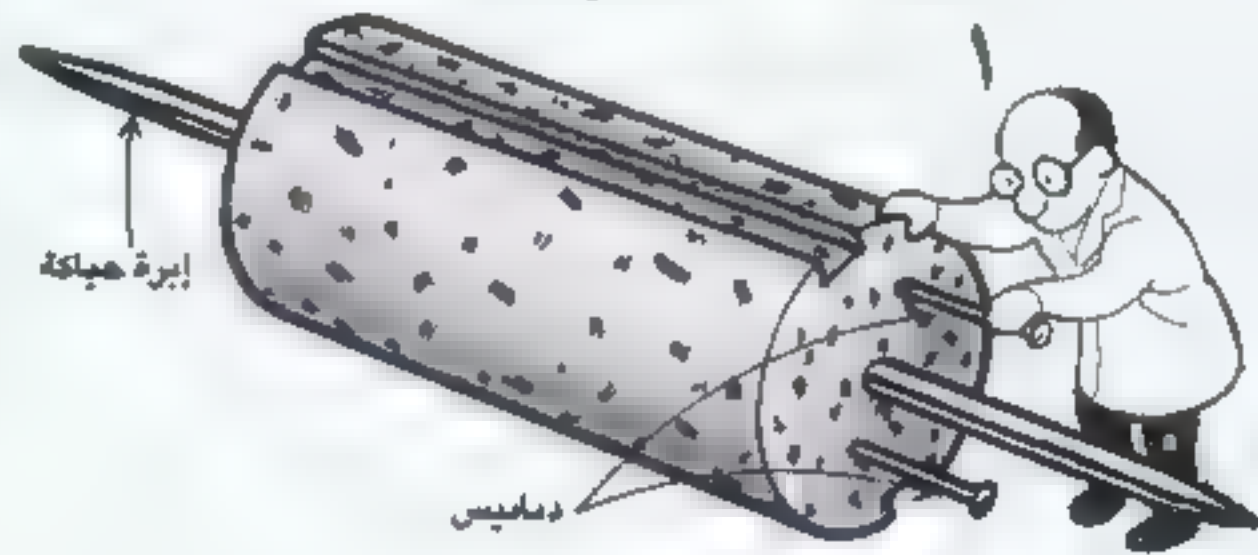
- بِلَاسْتِيْسِيْنِ (مِلْتَيْنِ) ،

- لَوْحَةً مِلْسَاءَ مِنَ الْخَشَبِ الْمَضْغُوطِ ،

- بَيْطَارِيَّةٌ تَعْطِي فَرْقَ جُهدٍ مِقْدَارُهُ ٤,٥ فُولْتِ ،

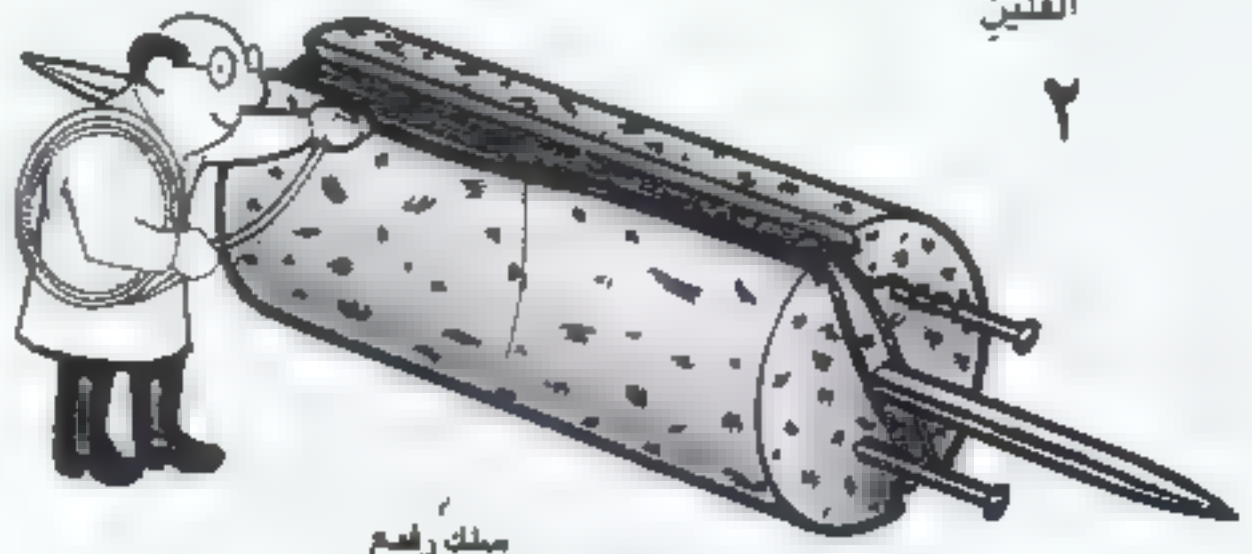
- سِلْكَيْنِ ثَحِينَيْنِ مِنَ النِّحَاسِ الْمَعْزُولِ ،

- سَكِّينَ حَادَّةٍ ، دَبُوسِي رَسْمِ



اقطع قِشَاءَ ( اخذوداً ) ضَيِّقَةً عَلَى كُلِّ مِنْ جَانِبِي قِطْعَةِ الْفَلِينِ ، ثُمَّ إِعْرِزِ الْإِمْرَةَ فِي مَرْكَزِ قِطْعَةِ الْفَلِينِ حَتَّى تَنْقُذَ مِنْ خِلَالِهَا كَمَا تَرَى فِي الصُّورَةِ . وَالْآنَ اغْرِزْ دَبُوسِيْنِ فِي أَحَدِ طَرَفَيْ قِطْعَةِ الْفَلِينِ

٢

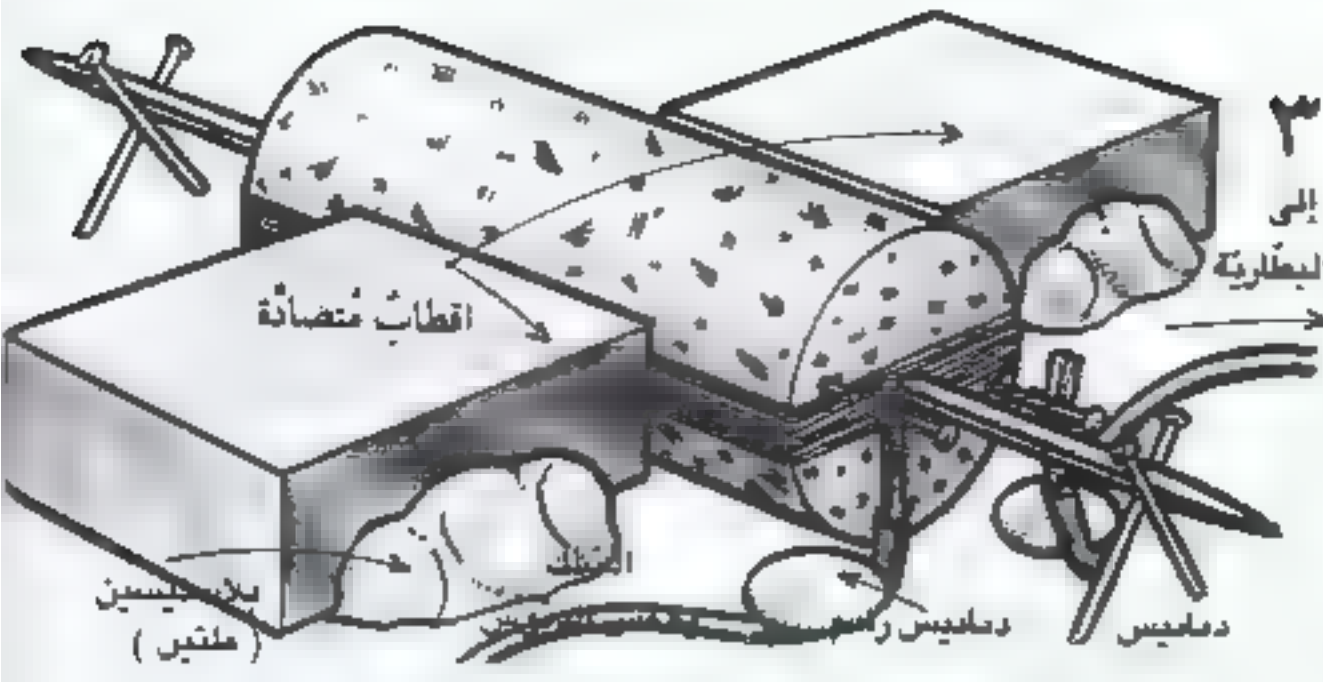


سلك رفيع

أزِلِ الْعَاِزِلَ عَنْ أَحَدِ طَرَفَيْ السِّلْكِ الرَّفِيعِ ، وَلَعُ هَذَا الطَّرْفِ حَوْلَ أَحَدِ الدَّبُوسِيْنِ ، ثُمَّ لَعُ السِّلْكِ حَوْلَ قِطْعَةِ الْفَلِينِ ثَلَاثَيْنِ مَرَّةً . وَالْآنَ أَزِلِ الْعَاِزِلَ عَنِ الطَّرْفِ الْآخَرِ مِنَ السِّلْكِ وَلَعُ حَوْلَ

الدَّبُوسِ الثَّانِي

٣٨



اغْرِزْ زَوْجَيْنِ مِنَ الدِّيَابِيْسِ فِي لَوْحَةِ الْخَشَبِ الْمَضْغُوطِ بِحَيْثُ تَرْتَكِزُ الْإِبْرَةُ عَلَى هَذِهِ الدِّيَابِيْسِ كَالسَّيْرِ عَلَى مَحَامِلِهِ . أَزِلِ الْعَاِزِلَ عَنْ أَطْرَافِ سِلْكِي النِّحَاسِ الثَّحِينَيْنِ وَاسْتَخْدَمْ دِيَابِيْسَ رَسْمِ لَتَنْثِيَتِهَا وَجْعَلْهَا تَلَامُسُ الدِّيَابِيْسِ الْمَعْرُورَةِ فِي قِطْعَةِ الْفَلِينِ

اسْتَخْدَمْ الْبِلَاسْتِيْسِيْنِ لَتَنْثِيَتِ الْمَعَاِظِ عَلَى كُلِّ مِنْ جَانِبِي الْمَلْفِ بِحَيْثُ تَكُونُ الْأَقْطَابُ الْمُتَصَادِمَةُ مُتَقَابِلَةً . صِلِ الْإِسْلَاقَ الْبَيْطَارِيَّةَ تَعْطِي فَرْقَ جُهدٍ مِقْدَارُهُ ٤,٥ فُولْتِ ، ثُمَّ أَعْطِ الْمَلْبِيَّةَ دَمْعَةً لَتَبْدَأَ حَرَكَةُ دَوْرَانِيَّةٍ

### مَا الَّذِي يَخْدُثُ ؟

هناك مجالان منفصلان يعملان معاً في المحرك . وتبين الصور ما يحدث لترتيب خطوط المجال المغناطيسي . تحيل السلك الناقل للتيار خارجاً من الصفحة ومشيراً إليك



يُولَدُ الْمَغْنَطِيْسَانِ اللَّذَانِ تَكُونُ أَقْطَابُهُمَا الْمُتَصَادِمَةُ مُتَقَابِلَةً جَمَالاً مَغْنَطِيْسِيّاً كَالْمِيْنِ فِي الصُّورَةِ .



يَكُونُ السِّلْكَ مَجَالَهُ الْمَغْنَاطِيْسِيَّ الذَّائِقِي كَمَا فِي هَذَا الشَّكْلِ .



تَبْدُو الْقُوَّةُ الْمَحْصَلَةُ كَمَا فِي هَذَا الرَّسْمِ . وَلِهَذَا الْقُوَّةُ مَا يُشَبِّهُ اثْرَ الْمَحْبِيقِ عَلَى السِّلْكِ ، إِذْ تَدْفَعُهُ إِلَى جَانِبٍ مَعَيَّنٍ . وَفِي الْمَحَرِّكَ يَكُونُ هَذَا الْأَثَرُ بِحَيْثُ يَدْفَعُ أَحَدَ طَرَفِي الْمَلْفِ إِلَى أَعْلَى وَالطَّرْفِ الْآخَرَ إِلَى أَسْفَلَ ، مَقَابِلَسْتَبَ دَوْرَانِ الْمَلْفِ

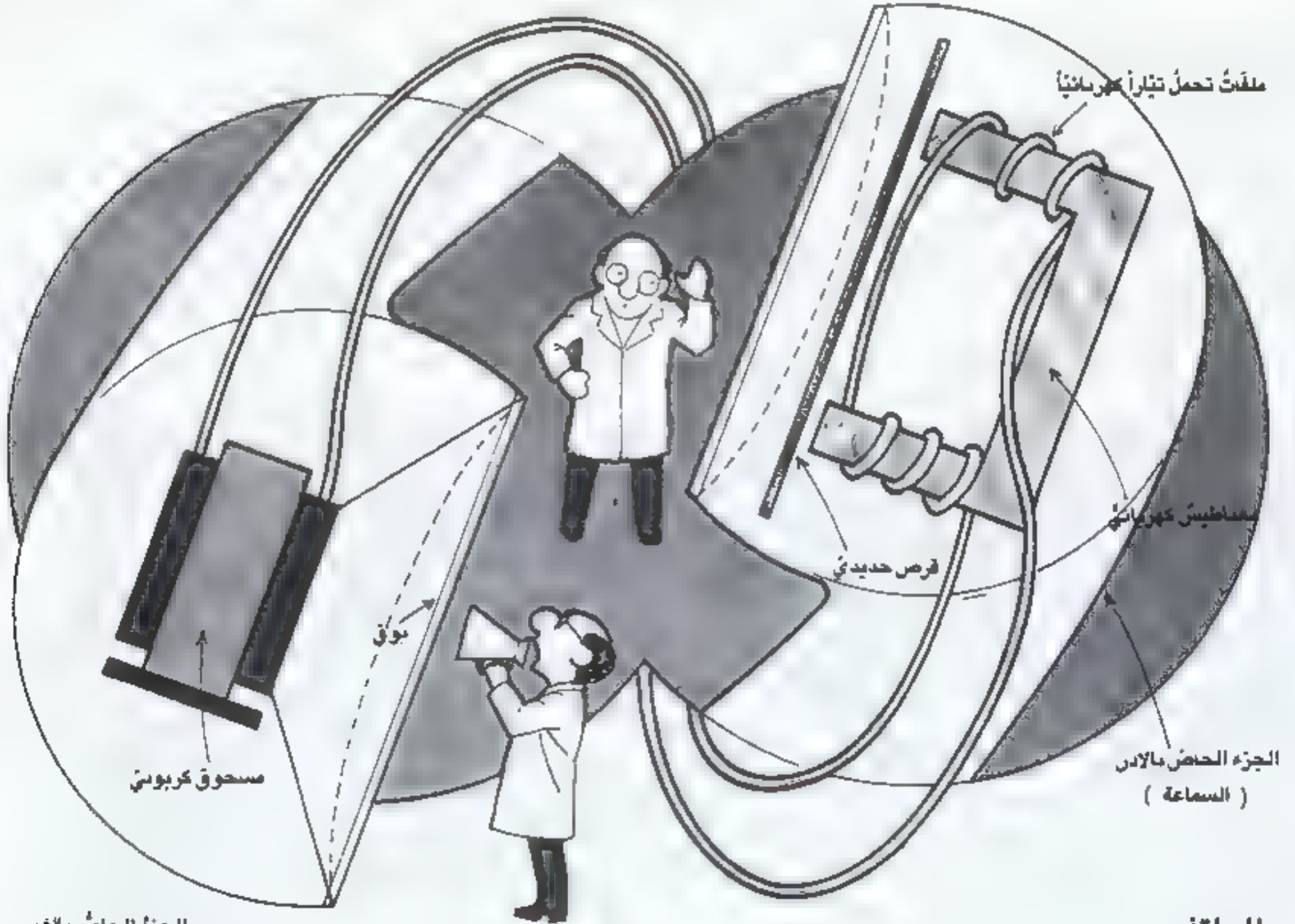
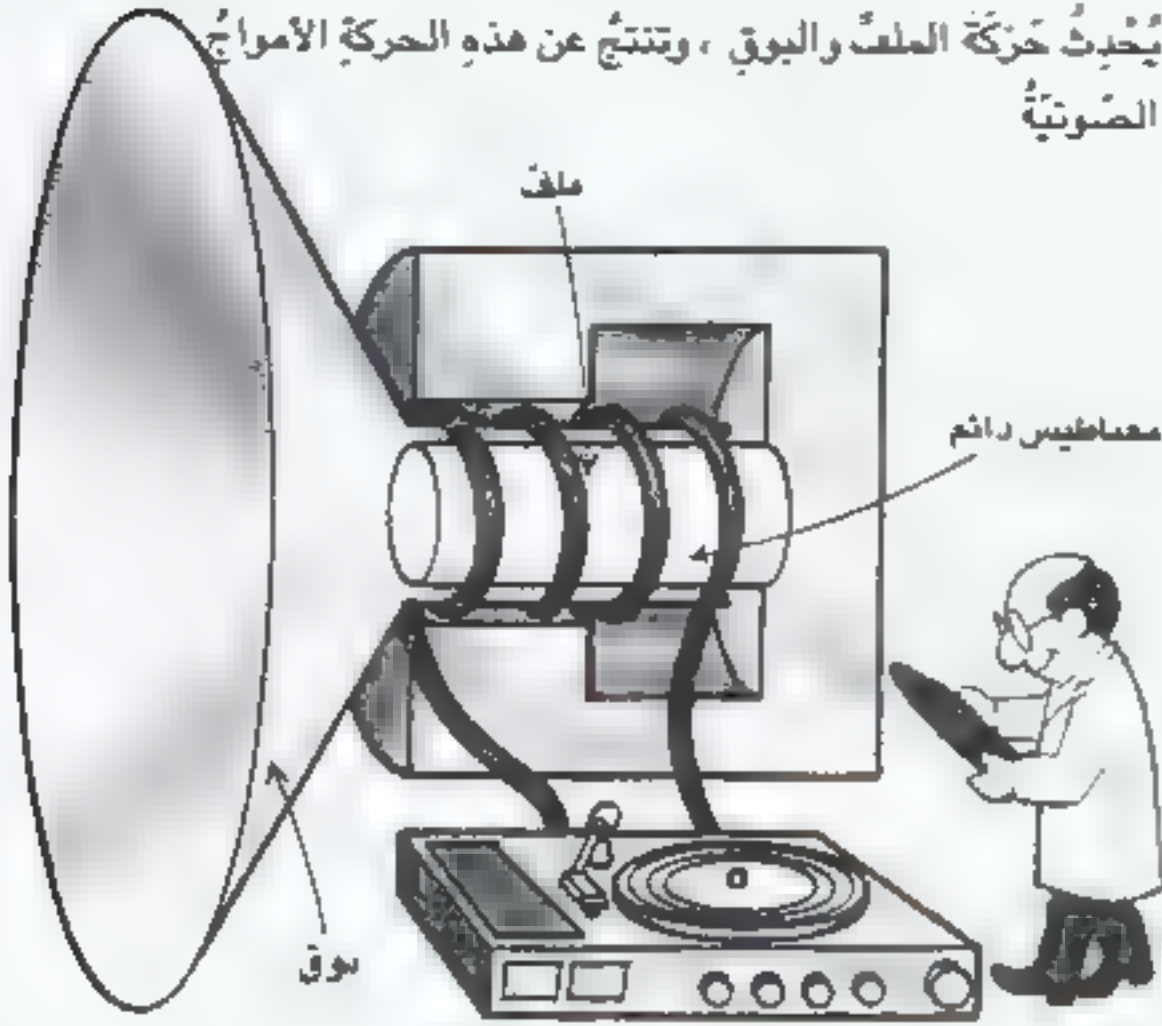
تُسَخَّرُ الْمَحَرِّكَاتُ الْكَهْرِبَائِيَّةُ لِلْكَثِيرِ مِنَ الْأَعْرَاضِ الْعَفِيدَةِ لِلْإِنْسَانِ ، فَهِيَ تُسْتَخْدَمُ فِي الْمَكَارِسِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ وَالْمَقَادِحِ وَالْقَطَارَاتِ وَالْمَصَاعِدِ وَأَلَاتِ الْغَسِيلِ عَلَى سَبِيلِ الْمَثَالِ . وَيُسْتَخْدَمُ الْمَحَرِّكَ الطَّاقَةَ الْكَهْرِبَائِيَّةَ لِلْقِيَامِ بِشَغْلِ مَا ( تَشْغِيلِ آلَةٍ عَلَى سَبِيلِ الْمَثَالِ ) .



# كَيْفَ تَعْمَلُ السَّمَاعَات

تُسْتَخْدَمُ السَّمَاعَاتُ تَرْكِيباً مِنْ الْمَجَالِاتِ الْمَغْنَطِيْسِيَّةِ وَالْكَهْرِبَائِيَّةِ لِتَسْمَعَ مِنْ خِلَالِهَا الْكَلَامَ وَالْمَوْسِيقَى ، وَلِتَنْقَلُ صَوْتُكَ خِلَالَ الْهَاتِفِ . فَهِيَ تَحْوِلُ الطَّاقَةَ الْكَهْرِبَائِيَّةَ إِلَى طَاقَةٍ صَوْتِيَّةٍ .

وَتَحْتَوِي السَّمَاعَةُ عَلَى مَلْفٍ سَلْكِيٍّ قَابِلٍ لِلْحَرَكَةِ يَرْتَبِطُ بِبُوقٍ كَبِيرٍ . وَيَكُونُ هَذَا الْمَلْفُ حُرَّ الْحَرَكَةِ حَوْلَ مَنْتَصَفِ مَغْنَطِيْسٍ دَائِمٍ اسطوانِيٍّ الشَّكْلِ . فَيَكُونُ الْمَلْفُ بِذَلِكَ وَاقِعاً فِي مَجَالِ مَغْنَطِيْسِيٍّ قَوِيٍّ وَمَعَ تَغْيِيرِ التَّيَّارَاتِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ الْمَارَّةِ فِي الْمَلْفِ تَتَوَلَّدُ مَجَالَاتُ مَغْنَطِيْسِيَّةٍ مُتَغَيِّرَةٌ كَذَلِكَ . وَيَتَحَرَّكُ الْمَلْفُ بِسَبَبِ أَثَرِ الْمَحْبِيقِ ( كَمَا فِي الْمَحْرَكِ الْكَهْرِبَائِيِّ ) وَحَيْثُ إِنَّ الْمَلْفَ مُوصِلٌ مَالِيقٍ ، هَذَا الْآخِرُ يَتَحَرَّكُ هُوَ الْآخِرُ مُخْدِثاً اهْتِرَافَاتٍ ( مَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةٍ ) فِي الْهَوَاءِ تَتَغَيَّرُ نَسَباً لِتَغْيِيرِ التَّيَّارِ



## الهَاتِف

هَذَا تَمَرُّ التَّيَّارَاتِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ الْمُتَغَيِّرَةِ خِلَالَ مَلْفَاتِ مَغْنَطِيْسٍ كَهْرِبَائِيٍّ يَجْدُبُ إِلَيْهِ قَرِصاً حَدِيدِيّاً وَمَعَ تَغْيِيرِ التَّيَّارَاتِ تَتَغَيَّرُ حَرَكَةُ الْقَرِصِ مُخْدِثَةً أَمْوَجاً صَوْتِيَّةً فِي الْهَوَاءِ .

وَتَحْدُثُ التَّيَّارَاتُ الْكَهْرِبَائِيَّةُ الْمُتَغَيِّرَةُ بِفَعْلِ مَيَكْرُوْفُونِ كَرْبُونِيٍّ فِي الْجُزْءِ الْخَاصِّ بِالْقَرِصِ مِنَ الْهَاتِفِ ، إِذْ تَحْرُكُ

الْحِزْءُ الْخَاصُّ بِالْقَرِصِ  
( الْمَيَكْرُوْفُونِ )

الْأَمْوَاجُ الصَّوْتِيَّةُ بِوَقْفٍ مَخْرُوطِيّاً إِلَى الدَّخْلِ وَإِلَى الْخَارِجِ فَيَضْغَطُ الْبُوقُ عَلَى حَبِيْبَاتِ الْمَسْحُوقِ الْكَرْبُونِيِّ الَّتِي يَسْرِي خِلَالَهَا النَّارُ

وَحَيْثُ إِنَّ مَقَاوِمَ الْمَسْحُوقِ الْكَرْبُونِيِّ تَقَلُّ بِانْصِعَاظِهِ ، هَذَا تَيَّاراً كَهْرِبَائِيّاً مُتَغَيِّراً يَنْشَأُ فِي الْمَيَكْرُوْفُونِ نَسِجَةً لِتَغْيِيرِ الْأَمْوَاجِ الصَّوْتِيَّةِ



## الطيف الكهرمغناطيسي

عَرَفْتُ فيما مضى أَنَّ الطَّاقَةَ الصَّوْتِيَّةَ تَنْتَقِلُ عَلَى شَكْلِ  
أَمْوَاجٍ كَهْرَمَغْنَاطِيْسِيَّةٍ. إِلَّا أَنَّ هُنَاكَ مَدًى وَاسِعاً مِنْ  
الْأَمْوَاجِ الْكَهْرَمَغْنَاطِيْسِيَّةِ غَيْرِ الضَّوِّ. وَتَشَكُّلُ  
الْأَمْوَاجِ الْكَهْرَمَغْنَاطِيْسِيَّةِ بِمَجْمُوعِهَا مَا يُعْرَفُ بِالطَّيْفِ  
الْكَهْرَمَغْنَاطِيْسِيَّةِ.

وَتَنْتَقِلُ جَمِيعُ هَذِهِ الْأَمْوَاجِ بِالسَّرْعَةِ ذَاتِهَا (سُرْعَةُ  
الضَّوِّ، وَتَسَاوِي ٣٠٠ مِلْيُونِ مِتْرٍ فِي الثَّانِيَةِ).  
أَمَّا مَا يُمَيِّزُ الْأَمْوَاجَ بَعْضُهَا عَنْ بَعْضٍ فَهُوَ الطُّوْلُ  
الْمَوْجِيُّ الَّذِي يَخْتَلِفُ مِنْ مَوْجَةٍ إِلَى أُخْرَى، كَمَا تَخْتَلِفُ  
الْأَمْوَاجُ مِنْ حَيْثُ تَأْثِيرُهَا عَلَى الْأَشْيَاءِ.

### أَشِعَّةُ جَامَا

أَشِعَّةُ جَامَا هِيَ أَقْصَرُ الْأَمْوَاجِ الْكَهْرَمَغْنَاطِيْسِيَّةِ طَوْلًا  
وَتَضْرِبُ هَذِهِ الْأَشِعَّةُ عَنْ بَعْضِ الْمَوَادِّ الْمَشْفَعَةِ  
(الْيُورَانِيُومُ مَثَلًا)

وَتُعْطِي الْمَوَادَّ الْمَشْفَعَةَ طَاقَةً مِنْ نَوَى ذَرَاتِهَا عَلَى هَيْئَةِ  
دَقَائِقٍ أَوْ أَشِعَّةِ جَامَا. وَالْأَشِعَّةُ جَامَا الْقُدْرَةُ عَلَى اخْتِرَاقِ  
الْأَجْسَامِ لِذَرَجَةِ أَنَّهَا مِنَ الْمُمْكِنِ أَنْ

تُخْتَرِقَ الْإِسْمَتِ وَالزَّرَاصِصَ

كَمَا أَنَّ هَذِهِ الْأَشِعَّةَ  
قَدْ تَكُونُ فِي غَايَةِ  
الْحَطَرَةِ لِأَنَّهَا تَعْمَلُ  
عَلَى إِبْتِلَافِ خَلَايَا  
الْحَسْمِ الْبَشَرِيِّ

### الْأَشِعَّةُ السَّيْنِيَّةُ

(أَشِعَّةُ إِكْس)

تَمَّ اكْتِشَافُ الْأَشِعَّةِ السَّيْنِيَّةِ بِطَرِيقِ الصُّدْعَةِ عَامَ ١٨٩٥ مِ  
قَبْلَ الْفِيْزِيَّائِيِّ الْأَلْمَانِيِّ رُوَيْتْخِنَ، الَّذِي سَمَّاهَا أَشِعَّةُ إِكْسَ  
لِأَنَّهُ لَمْ يَعْلَمْهَا تَعَامًا. وَلِإِنْتِاجِ هَذِهِ الْأَشِعَّةِ يُطْلَقُ شَعَاعٌ مِنْ  
الْإِلِكْتُرُونَاتِ عَلَى هَدَفٍ مَصْنُوعٍ عَادَةً مِنَ التَّنْجِسْتِنِ  
إِنَّ نَسِيجَ خَلَايَا جِسْمِكَ يَتَكَوَّنُ فِي الْغَالِبِ مِنَ الْهَيْدُرُوجِيِّينَ  
وَالْأَكْسِجِينِ وَالْكَرْبُونِ وَالتَّنْبُرُوجِيِّينَ، إِلَّا أَنَّ عِظَامَكَ تَحْتَوِي  
عَلَى الْكَالْسِيُومِ، وَهُوَ أَكْثَرُ كَثَافَةً وَبِالتَّالِيِ يَمْتَصُّ الْأَشِعَّةَ  
بِصُورَةٍ أَقْصَرِ

وَعِنْدَمَا تُسَلِّطُ الْأَشِعَّةَ السَّيْنِيَّةَ عَلَى جِسْمِكَ مِنْ مَعْظَمِهَا  
يُخْتَرِقُ الْحَسْمَ وَيَسْقُطُ عَلَى نَوْحِ تَصْوِيرٍ فِي الْحَقَةِ  
الْمُقَابِلَةِ. أَمَّا حَيْثُ تَوْحَدُ الْعِظَامُ مِنَ الْأَشِعَّةِ تَوَقَّفُ مِمَّا  
يَكُونُ طَلًّا عَلَى لَوْحِ التَّصْوِيرِ. وَمِنْ هَذِهِ الصُّوَرِ يَتِمَكَّنُ  
الْأَطْبَاءُ مِنْ اكْتِشَافِ كُسُورِ الْعِظَامِ أَوْ خَلْعِهَا مِنْ مَكَانِهَا  
الطَّبِيعِيِّ. كَمَا يُصْبِحُ بِمَقْدُورِهِمْ رُؤْيَا آيَةِ أَشْيَاءَ تَمَّ

٤٥ اِبْتِلَافُهَا بِصُورَةٍ قَهْرِيَّةٍ

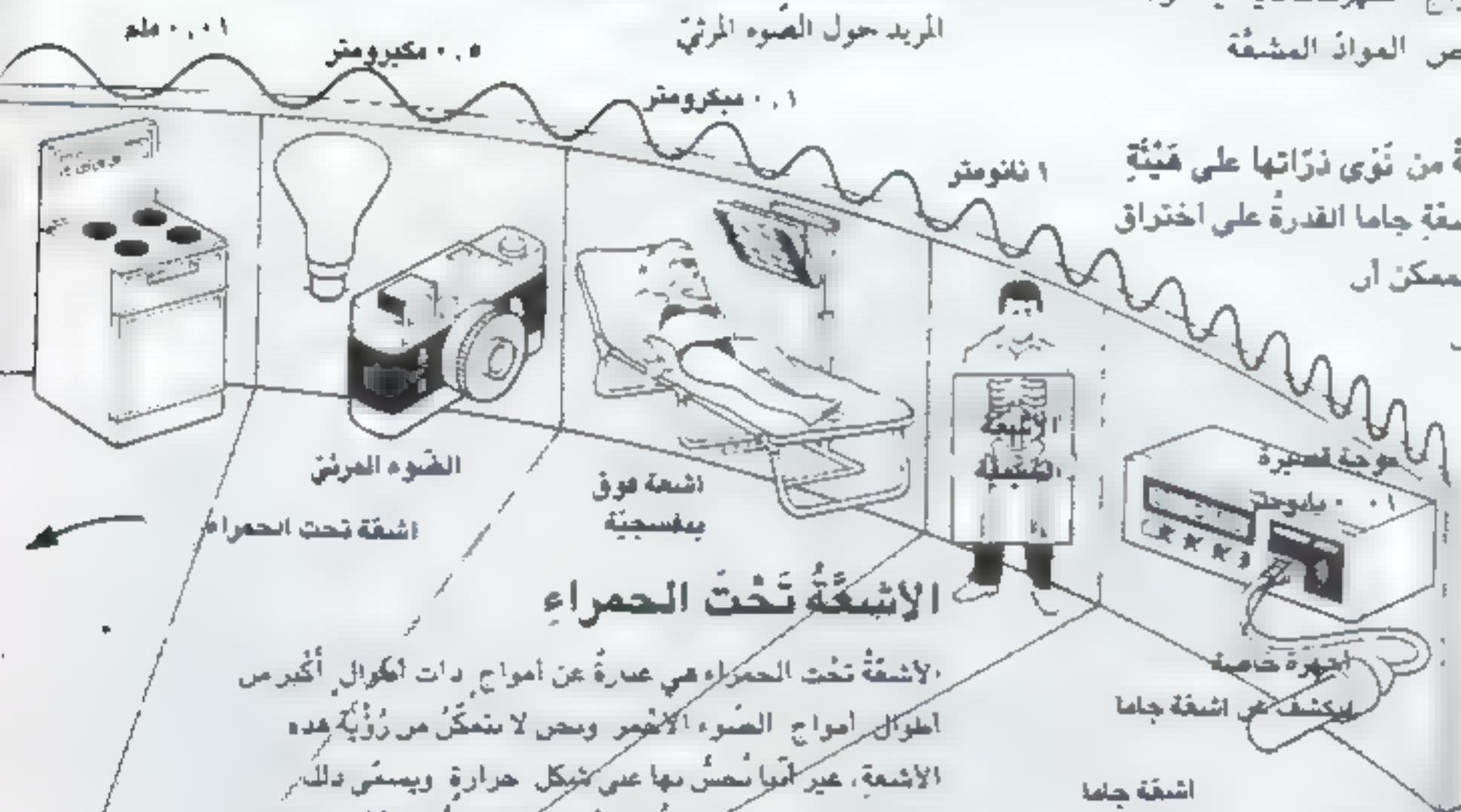
## الْأَشِعَّةُ فَوْقَ الْبِنْفَسْجِيَّةِ

تَقَعُ الْأَشِعَّةُ فَوْقَ الْبِنْفَسْجِيَّةِ بَعْدَ اللَّوْنِ الْبِنْفَسْجِيِّ فِي  
الطَّيْفِ الصَّوْتِيِّ. وَلَيْسَ بِإِمْكَانِ الْإِنْسَانِ أَنْ يَرَى هَذِهِ  
الْأَشِعَّةَ فِي حَيْثُ تَرَاهَا مُعْظَمُ الْحَشَرَاتِ  
وَتَأْتِي هَذِهِ الْأَشِعَّةُ عَادَةً مِنَ الشَّمْسِ حَيْثُ يُفْتَضَّرُ مَعْظَمُهَا  
مِنْ قِبَلِ طَبَقَةِ الْأَوْزُونِ الَّتِي تَحِيطُ بِالْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ. إِنَّ  
الْأَشِعَّةَ فَوْقَ الْبِنْفَسْجِيَّةِ تَجْعَلُكَ تَرَوِي اللَّوْنَ إِلَّا أَنَّكَ  
عِنْدَمَا تَمُكِّثُ طَوِيلًا تَحْتَ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ هُنَاكَ تَصُدُّ بِمَا  
يُعْرَفُ بِالسَّفْعَةِ الشَّمْسِيَّةِ Sunburn الَّتِي هِيَ عِبَارَةٌ عَنْ حَرْقٍ  
فِي الْبِلْدِ  
وَقَدْ اخْتَرَعَ الْعُلَمَاءُ حَدِيثًا أُسْرَةً شَفْسِيَّةً تَقُومُ بِإِنْتِاجِ  
الضَّوِّ فَوْقَ الْبِنْفَسْجِيِّ صَاعِيًا

### الضَّوُّ الْمَرْتَنِي

رَاجِعُ ص ٦ مِنْ هَذَا الْكِتَابِ لِمَعْرِفَةِ

الْمَرِيدِ حَوْلَ الضَّوِّ الْمَرْتَنِيِّ



### الْأَشِعَّةُ تَحْتَ الْحُمْرَاءِ

الْأَشِعَّةُ تَحْتَ الْحُمْرَاءِ هِيَ عَادَةً مِنْ أَمْوَاجِ ذَاتِ أَطْوَالٍ أَكْثَرِ مِنْ  
أَطْوَالِ أَمْوَاجِ الضَّوِّ الْأَخْضَرِ وَبِئْسَ لَا يَتِمَكَّنُ مِنْ رُؤْيَا هَذِهِ  
الْأَشِعَّةِ، غَيْرَ أَنَّهَا تُحَسُّ بِهَا عَلَى شَكْلِ حَرَارَةٍ وَيَسْمَى ذَلِكَ  
بِالْإِشْعَاعِ الْحَرَارِيِّ حَيْثُ تَضْرِبُ هَذِهِ الْأَشِعَّةُ عَنْ مَفْعَمِ الْأَشْيَاءِ  
الْحَارَّةِ. وَالْأَشِعَّةُ تَحْتَ الْحُمْرَاءِ ذَاتِ أَطْوَالٍ مَوْجِيٍّ الْقَرِيبِ مِنَ  
الطَّيْفِ الْمَرْتَنِيِّ هِيَ فَقَطِ الَّتِي تَخْتَرِقُ الرِّجَاجَ، أَمَّا تِلْكَ الَّتِي لَهَا  
طَوْلُ مَوْجِيٍّ أَكْثَرُ فَيَمْتَصُّهَا الرِّجَاجُ

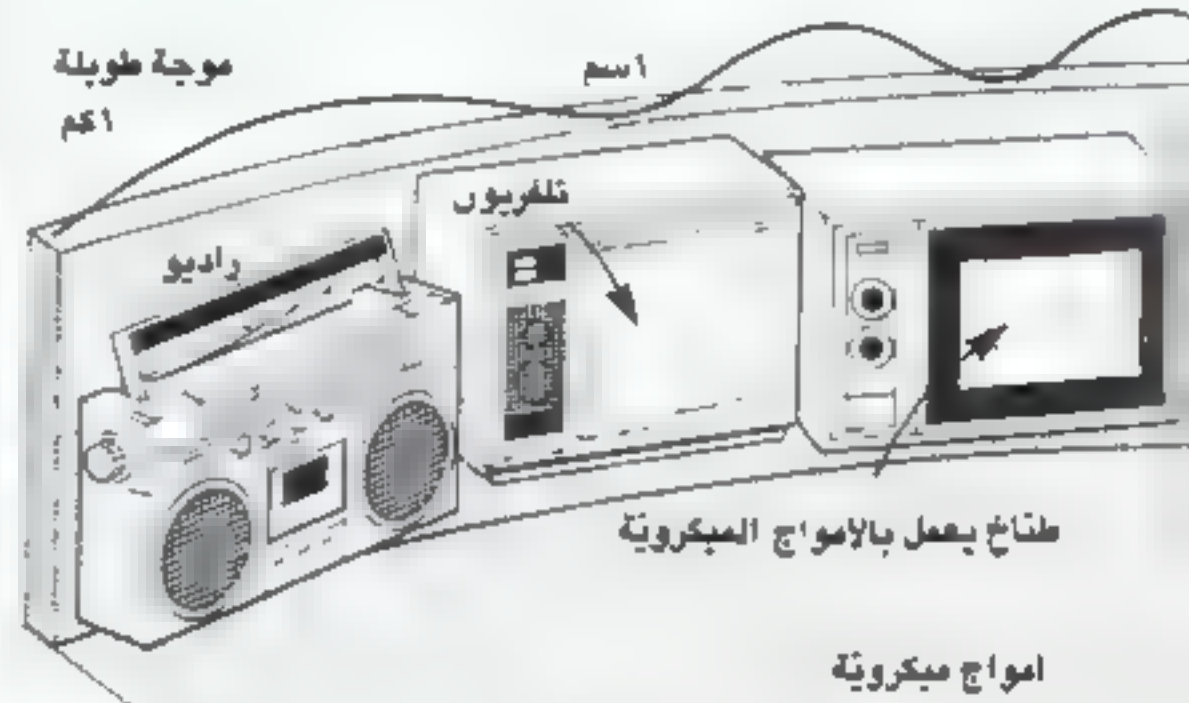
### الْأَمْوَاجُ الْمِيكْرُويَّةُ

تَتَرَاوَحُ أَطْوَالُ الْأَمْوَاجِ الْمِيكْرُويَّةِ مَا بَيْنَ ١ مِم وَ ٣ مِم، أَيِ إِنْهَا  
تَقَعُ بَيْنَ الْأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحُمْرَاءِ وَالْأَمْوَاجِ الرَّادِيُويَّةِ وَيُسْتَعْمَلُ  
الرَّادَارُ الْأَمْوَاجَ الْمِيكْرُويَّةَ بِتَحْدِيدِ مَوَاقِعِ الْأَهْدَافِ، حَيْثُ تُطْلَقُ  
هَذِهِ الْأَمْوَاجُ عَلَى الْهَدَفِ فَيَعْبُكُشُ بَعْضُهَا مَرْتَدًّا عَنِ الْهَدَفِ وَمِنْ  
حِسَابِ الزَّمَنِ الَّذِي تَسْتَعْرِفُهُ هَذِهِ الْأَمْوَاجُ فِي الدَّهَابِ وَالْإِيَابِ  
يُمْكِنُ مَعْرِفَةُ نَقْصِ الْهَدَفِ وَسُرْعَتِهِ بِحُرْكَتهِ وَمِنْ بَاحِيَةِ أُخْرَى  
تُسْتَعْمَلُ أَمْوَاجُ الْمِيكْرُويَّةِ (الْأَمْوَاجُ الْمِيكْرُويَّةُ) لِطَبْخِ الطَّعَامِ  
بِسُرْعَةٍ هَائِلَةٍ. وَتُعْطِي الْأَمْوَاجُ الْمِيكْرُويَّةُ حَرِيْرَاتِ الطَّعَامِ كَمِّيَّاتٍ  
كَبِيرَةً مِنَ الطَّاقَةِ، مِمَّا يَجْعَلُ الطَّعَامَ يَسْخُنُ كَثِيرًا وَعَلَى سَبِيلِ  
الْمِثَالِ يُمْكِنُ أَنْ تُشَوَّى حَتَّى مِنَ الْبَطَطَا فِي هَذِهِ الْأَمْوَاجِ فِي زَمَنِ لَا  
يَتَحَاوَرُ أَرْبَعُ دَقَائِقٍ



## أمواج الراديو والتلفاز

تُستخدَم الأمواج الراديوية لحمل المعلومات والأخبار والصور التلفزيونية وغيرها حول العالم بسرعة الضوء وتصنّف الأمواج الراديوية إلى نطاقات لكل منها استخدامات خاصة. وتعمل الكاميرات والميكروفونات على إنتاج إشارات إلكترونية تحمل على أمواج راديوية وترسل في الفضاء ليتم التقاطها من قبل هوائيات الاستقبال كتلك المتصلة مع أجهزة التلفاز في المنازل وفي هذه الأيام يشيع استخدام أسلاك مدهونة تحت الأرض لنقل البرامج التلفزيونية بشكل مختلف عن نقلها خلال الفراغ على هيئة أمواج كهرومغناطيسية. ومن الممكن نقل عدد أكبر من القنوات باستخدام الأسلاك دون أن يؤثر بعضها على البعض الآخر.



استخدامات الأمواج الراديوية	طول الموجة
اتصالات بواسطة الأقمار الصناعية هاتف وتلفاز (اتصالات داخلية)	أمواج مستقيمة
تلفاز (ترددات فوق عالية UHF) رادار	أمواج فوق قصيرة
ملاحة جوية الهواتف العسكرية اتصالات الشرطة	أمواج قصيرة جداً
الشبكات عالية جداً راديو الهواة والسفن الحاملة للأنشطار تخزين الراديو	أمواج قصيرة
راديو	أمواج متوسطة
اتصالات بين المواصلات والشبكات	أمواج طويلة

## أجهزة الليزر

جهاز الليزر هو أي جهاز يصدر أشعة الليزر وهي أشعة من نوع غير عادي من الضوء. فهي بخلاف أمواج الإشعاع الكهرومغناطيسي تنطوي على صغراً جداً من الأطوال الموجية (أي أنها ذات طول موجي محدد) كما أنها مستقيمة. هي الأمواج الكهرومغناطيسية تكون اهتزازات المجالين الكهربائي والمغناطيسي في جميع الاتجاهات بزوايا قائمة على اتجاه انتشار هذه الأمواج.



أما عندما يكون الضوء مستقيماً فإن الاهتزازات تحدث في اتجاه واحد فقط. وتكون الأمواج الصادرة من أجهزة الليزر موحدة اللون وفي غاية التماسك والترانس. لذا يطلق عليها اسم مصادر الضوء المترابط (الليزات).

لماذا يقال عن بعض النظارات الشمسية إنها مستقطبة؟

إن من أهم مصادر أشعة الليزر وأكثرها شيوعاً بلورة الياقوت التي يمكن إثارتها بومضة من ضوء ساطع فتصدر أشعة ليزر. كما أن خليطاً خاصاً من الغازات يمكن أن يعطي أشعة ليزر عندما يمرّ خلاله تيار كهربائي.

## كبلات الألياف البصرية

إن آخر تطور في أنظمة الكبلات هو استعمال كبلات الألياف البصرية التي تصنع من جزم من الزجاج الرفيع جداً والذي يمرّ خلاله ضوء الليزر ويمكن تحويل الصوت إلى أنماط من ضوء الليزر حيث ينقل بذلك إلى مسافات بعيدة للغاية.



## برنامج كمبيوتر للكهرباء المنزلية

فيما يلي برنامج كمبيوتر يعمل على بيان كمية الكهرباء التي تستهلكها الأجهزة المنزلية مثل التلفاز والطباخ وغيرها . كما يمكنك هذا البرنامج من حساب قيمة فاتورة الكهرباء الخاصة بك . إذا كنت تملك جهاز ميكروكمبيوتر من نوع BBC أو كان بإمكانك استعارة مثل هذا الجهاز من أحد أصدقائك ، يصبح باستطاعتك أن تدخل هذا البرنامج إلى الجهاز من خلال طبع التعليمات التي يتصفحها على بطاقات خاصة وقد وضعت أمام السطور التي تحتاج إلى تغيير ( حسب نوع الكمبيوتر المستخدم ) إشارات خاصة ، وطبع في نهاية البرنامج التغيير الواجب إدخاله في هذا البرنامج تبعاً لنوع الكمبيوتر . والإشارات التي وضعت أمام السطور التي تحتاج إلى تغيير هي :

- ▲ VIC and PET
- ZX SPECTRUM, ZX81
- APPLE
- TRS-80
- ORIC

قبل أن تبدأ العمل في إعداد برنامج لفاتورة الكهرباء يحدرك أن تراجع آخر فاتورة دفعتها لتتعرّف على سعر وحدة الطاقة الكهربائية . وتختلف أجهزة الكمبيوتر اختلافاً كبيراً مما يؤدي إلى اختلاف التعليمات في كيفية كتابة البرامج الخاصة بها وهناك برنامج لمصباح ضوئي ، خاص بجهاز من نوع Spectrum (timex 2000) ، حيث يجب إضافته في نهاية البرنامج الرئيسي بالإضافة إلى عدد من الأسطر لاسترجاع البرنامج . وقد يكون بمقدورك أن تكتب برنامجك الخاص لأجهزة من أنواع أخرى

220 PRINT " CALCULATION"	10 REM INITIALISE
230 PRINT " ====="	20 LET N=10: REM NO. OF APPLIANCES
240 PRINT	30 DIM U(N): REM UNITS USED
250 PRINT "POWER"	40 DIM A\$(N): REM NAMES
260 PRINT "STATION >>>>>> , , ,"	50 LET TU=0: REM POWER USED
270 PRINT " TRANS-"	60 LET UP=2.5: REM UNIT PRICE
280 PRINT " FORMER"	70 LET A\$(1)="COOKER"
290 FOR I=1 TO 4	80 LET A\$(2)="IMMERSION HEATER"
300 PRINT " V"	90 LET A\$(3)="FAN HEATER"
310 NEXT I	100 LET A\$(4)="RADIANT HEATER"
320 PRINT " HOUSE"	110 LET A\$(5)="LIGHT BULB"
330 PRINT	120 LET A\$(6)="WASHING MACHINE"
340 PRINT "PRESS SPACE TO START"	130 LET A\$(7)="TELEVISION"
350 GOSUB 810	140 LET A\$(8)="RADIO"
360 REM MAIN MENU PAGE	150 LET A\$(9)="CONVECTOR HEATER"
370 CLS	160 LET A\$(10)="HI-FI STEREO"
380 PRINT "CHOOSE THE APPLIANCE"	170 REM * PRINT INTRO PAGE *
390 PRINT "THAT YOU WANT TO ENTER"	180 CLS
400 PRINT "NEXT. OR TYPE 0 TO"	190 PRINT
410 PRINT "CALCULATE YOUR BILL"	200 PRINT
420 PRINT	210 PRINT "ELECTRICITY BILL"



```

900 FOR I=1 TO 7
910 PRINT
920 NEXT I
930 PRINT "HOW LONG IS THIS APPLIANCE"
940 PRINT "USED EACH WEEK, ON AVERAGE?"
950 PRINT "(IN HOURS)"
960 PRINT "TYPE THE NUMBER THEN"
970 PRINT "PRESS RETURN";
980 INPUT T
990 LET U(C)=U(C)+P*T*13
1000 RETURN
1010 REM MOVE DOWN 5 LINES
1020 FOR X=1 TO 5
1030 PRINT
1040 NEXT X
1050 RETURN
1060 REM * COOKER *
1070 PRINT A$(C)
1080 GOSUB 1010
1090 PRINT "PRESS 1) FOR RING"
1100 PRINT "      2) FOR OVEN"
1110 PRINT "      3) FOR GRILL"
1120 PRINT
1130 INPUT I
1140 IF I<1 OR I>3 THEN GOTO 1130
1150 ON I GOTO 1160,1200,1240
1160 LET N$="COOKER RING"
1170 LET P=1
1180 GOSUB 840
1190 RETURN
1200 LET N$="COOKER OVEN"
1210 LET P=3
1220 GOSUB 840
1230 RETURN
1240 LET N$="COOKER GRILL"
1250 LET P=1.5
1260 GOSUB 840
1270 RETURN
1280 REM * IMMERSION HEATER *
1290 LET N$=A$(C)
1300 LET P=3.5
1310 GOSUB 840
1320 RETURN
1330 REM * FAN HEATER *
1340 LET N$="FAN HEATER"
1350 PRINT N$
1360 GOSUB 1010
1370 PRINT "IS IT 1) FULL ON"
1380 PRINT "      2) HALF ON"

```

```

430 PRINT "                                UNITS"
440 FOR I=1 TO N
450 IF U(I)>0 THEN PRINT I;" ";A$(I);
      TAB (19);U(I)
460 IF U(I)=0 THEN PRINT I;" ";A$(I)
470 NEXT I
480 PRINT
490 PRINT "TYPE A NUMBER AND THEN"
500 PRINT "PRESS ENTER";
510 INPUT C
520 IF C<0 OR C>N THEN GOTO 360
530 IF C=0 THEN GOTO 580
540 CLS
550 PRINT
560 ON C GOSUB 1060,1280,1330,1530,1650,
      1700,1900,2060,2110,2160
570 GOTO 360
580 REM FINAL PAGE
590 CLS
600 FOR W=1 TO N
610 LET TU=TU+U(W)
620 NEXT W
630 PRINT
640 PRINT "ELECTRICITY BILL"
650 PRINT "      ESTIMATE"
660 PRINT "      ====="
670 PRINT "(FOR 3 MONTHS)"
680 PRINT
690 PRINT "UNITS USED : "
700 PRINT ;TU;" KILOWATT-HRS"
710 PRINT
720 PRINT "UNIT PRICE : ";LP;" PENCE"
730 LET TC=(INT(UP*TU))/100
740 PRINT
750 PRINT
760 PRINT "TOTAL DUE : ";TC
770 PRINT
780 PRINT "PRESS SPACE TO RUN AGAIN"
790 GOSUB 810
800 RUN
810 LET I$=INKEY$(0)
820 IF I$<>" " THEN GOTO 810
830 RETURN
840 REM PAGE FOR INPUT
850 CLS
860 PRINT
870 PRINT N$
880 PRINT
890 PRINT ;P*1000;" WATTS"

```



```

1880 GOSUB 840
1890 RETURN
1900 REM * TELEVISION *
1910 LET N$="TELEVISION"
1920 PRINT N$
1930 GOSUB 1010
1940 PRINT "IS IT 1) COLOUR"
1950 PRINT "      OR 2) BLACK AND WHITE"
1960 INPUT I
1970 IF I<1 OR I>2 THEN GOTO 1960
1980 IF I=2 THEN GOTO 2020
1990 LET N$=N$+" (COLOUR)"
2000 LET P=0.4
2010 GOTO 2040
2020 LET N$=N$+" (BLACK AND WHITE)"
2030 LET P=0.3
2040 GOSUB 840
2050 RETURN
2060 REM * RADIO *
2070 LET N$=A$(C)
2080 LET P=0.05
2090 GOSUB 840
2100 RETURN
2110 REM * CONVECTOR HEATER *
2120 LET N$=A$(C)
2130 LET P=3
2140 GOSUB 840
2150 RETURN
2160 REM * HI-FI STEPEO *
2170 LET N$=A$(C)
2180 LET P=0.15
2190 GOSUB 840
2200 RETURN

```

### برنامج لمصباح ضوئي

فيما يلي برنامج لمصباح ضوئي يضيء فقط  
 محرار كمبيوتر من نوع Spectrum timex 2000  
 ويجب إضافته هنا إلى البرنامج السابق. ولتتمكن  
 من استرجاعه يجب إضافة سطر آخر في  
 البرنامج: 1675 GOSUB 3000

```

3000 REM GRAPHICS FOR LIGHT BULB
3010 CLS : PLOT 175,40: DRAW 0,32:
      DRAW -8,32,.7: DRAW 48,0, 4.9:
      DRAW -8,-32,.7: DRAW 0,-32
3020 PLOT 184,40: DRAW -8,88,.2
3030 PLOT 199,40: DRAW 8,88,-.2
3040 PRINT AT 5,22: INK 6: BRIGHT 1: "****"
3050 RETURN

```

```

1390 PRINT "      3) COLD AIR"
1400 INPUT I
1410 IF I<1 OR I>3 THEN GOTO 1410
1420 ON I GOTO 1430,1450,1490
1430 LET N$=N$+" (FULL ON)"
1440 LET P=3
1450 GOTO 1510
1460 LET N$=N$+" (HALF ON)"
1470 LET P=1.5
1480 GOTO 1510
1490 LET N$=N$+" (COLD AIR)"
1500 LET P=0.3
1510 GOSUB 840
1520 RETURN
1530 REM * RADIANT HEATER *
1540 LET N$="RADIANT HEATER"
1550 PRINT N$
1560 GOSUB 1010
1570 PRINT "ARE YOU USING "
1580 PRINT "1,2 OR 3 BARS"
1590 INPUT I
1600 IF I<1 OR I>3 THEN GOTO 1590
1610 LET N$=N$+" (" +STR$(I)+ " BARS)"
1620 LET P=I
1630 GOSUB 840
1640 RETURN
1650 REM * LIGHT BULB *
1660 LET N$=A$(C)
1670 LET P=0.1
1680 GOSUB 840
1690 RETURN
1700 REM * WASHING MACHINE *
1710 LET N$="WASHING MACHINE"
1720 PRINT N$
1730 GOSUB 1010
1740 PRINT "IS IT 1) WASHING"
1750 PRINT "      2) SPINNING"
1760 PRINT "      3) HEATING"
1770 INPUT I
1780 IF I<1 OR I>3 THEN GOTO 1770
1790 ON I GOTO 1800,1830,1860
1800 LET N$=N$+" (WASHING)"
1810 LET P=0.8
1820 GOTO 1880
1830 LET N$=N$+" (SPINNING)"
1840 LET P=0.8
1850 GOTO 1880
1860 LET N$=N$+" (HEATING)"
1870 LET P=3

```



## استعمال أجهزة كمبيوتر أخرى

هذه قائمة بالتغييرات اللازم إدخالها على البرنامج ليصلح لأجهزة كمبيوتر أخرى . وتشير الرموز في

اليسار إلى نوع الكمبيوتر ، كما يحث إدخال هذه التعليمات في الأماكن المحددة لها في البرنامج .

```

■ 40 DIM A$(10,16)
■ 560 GOSUB 1060*(C=1)+1280*(C=2)+1330*(C=3)
+1530*(C=4)+1650*(C=5)+1700*(C=6)+1900*(C=
7)+2060*(C=8)+2110*(C=9)+2160*(C=10)
○ 810 LET I%=KEY%
▲ 810 GET I%
● 810 LET I%=""
● 812 IF PEEK(-16384)>127 THEN GET I%
■ 810 LET I%=INKEY%
■ 1150 GOTO 1160*(I=1)+1200*(I=2)+1240*(I=3)
■ 1420 GOTO 1430*(I=1)+1460*(I=2)+1490*(I=3)
■ 1790 GOTO 1800*(I=1)+1830*(I=2)+1860*(I=3)

```

## بعض المصطلحات الفيزيائية

فيما يلي مجموعة منتقاة من المصطلحات الفيزيائية التي مرّ معك بعضها في هذا الكتاب . ستجد أنها ليست مفيدة للطلاب فحسب ، بل تنفيذ قطاعات مختلفة من الناس مثل مهندسي الكمبيوتر والمهندسين الميكانيكيين والكهربائيين وعلماء الفضاء والمصورين بالأشعة ومهندسي الصوت ، بالإضافة إلى العديد من الناس الذين يحتاج عملهم إلى بعض الإلمام في الفيزياء .

الاتساع ارتفاع الموجة أو أقصى إزاحة للشيء المهتز على جانبي موضع السكون .

الإشعاع أي شكل من أشكال الطاقة ينتشر على هيئة أمواج ، سواء أكان إشعاعاً أو سبلاً من الدقائق .

الإلكترون : دقيقة مشحونة بشحنة سالبة توجد حول نواة الذرة والإلكترونات الحرة هي المسؤولة عن توصيل التيار الكهربائي في معظم المواد .

الأمبير : وحدة قياس شدة التيار ( كمية الكهرباء المارة في وحدة الزمن ) .

الانكسار : انحراف الشعاع عندما ينتقل بين وسطين مختلفين ،

الأمم : وحدة قياس المقاومة ( أي مقاومة موصل يسري فيه تيار شدته ١ أمبير والفرق في الجهد بين طرفيه ١ فولت ) .

باسكال : وحدة لقياس الضغط ، ويعرّف بأنه الضغط الناتج عن قوة مقدارها ١ نيوتن تؤثر على مساحة مقدارها متر مربع واحد (الباسكال = ١ نيوتن / م<sup>٢</sup>) .

البروتون : دقيقة موجبة الشحنة توجد في نواة الذرة . التردد : عدد الأمواج أو الاهتزازات الكاملة في الثانية الواحدة ( يقاس التردد بالهيرتز ) .

المسارع : معدل الزيادة في السرعة بالنسبة للزمن ، ويقاس بالمتراً لكل ثانية مرتعة .

التيار المباشر تيار كهربائي ثابت القيمة والاتجاه التيار المتغير تيار كهربائي يغير اتجاهه باستمرار الجاذبية : قوة جذب الأرض للأشياء .

الجول : وحدة قياس الطاقة ، ويعرّف بأنه الشغل الذي تبذله قوة مقدارها ١ نيوتن تحرك جسمًا مسافة تساوي ١ متر .

الحمل : إحدى طرق انتقال الحرارة ، وتعني انتقال الحرارة في المائع (الهواء أو السائل) عن طريق انتقال المائع نفسه .

درجة الصوت : تعتمد درجة الصوت على تردده ، فتزداد بازدياد التردد وتقل بنقصانه .

ديسيبل : وحدة شدة الصوت

الذرة : أصغر جزء في المادة يدخل في التفاعلات الكيميائية .



الزاوية الحرجة: زاوية السقوط في الوسط الكثيف التي يقابلها انكسار بزاوية قدرها  $90^\circ$ .

زاوية السقوط: الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط على سطح ما والعمود المقام على السطح من نقطة السقوط.

الزخم: كتلة الجسم مضروبة في سرعته.

السرعة: المسافة المقطوعة في وحدة الزمن وتقاس بالمتر لكل ثانية.

شدة التيار: معدل سريان التيار الكهربائي (معدل الشحنة المارة في مقطع موصل في الثانية الواحدة)، ويقاس بالأمبير.

الضغط: القوة المؤثرة على وحدة المساحة. ويقاس الضغط بوحدة الباسكال أو النيوتن لكل متر مربع أو المليمتر زئبق.

الطاقة: مقياس للقدرة على إنجاز شغل ما وتقاس بالجول (joule/J).

طاقة الحركة: الطاقة التي يمتلكها جسم بفعل حركته وتقاس بالجول.

الطول الموجي: المسافة بين قمتين أو قاعين متتاليين، أو المسافة بين أي نقطتين لهما الطور نفسه.

العازل: مادة مقاومتها عالية لمرور التيار الكهربائي أو للحرارة.

فرق الجهد: الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الكهربائية الموجبة من نقطة إلى أخرى، ويقاس بالفولت.

الفولت: فرق الجهد بين طرفي موصل مقاومته ١ أوم ويسري فيه تيار شدته ١ أمبير.

قاعدة أرخميدس للأجسام الطافية: كل جسم مغمور في مائع (هواء أو سائل) يفقد من وزنه بقدر وزن المائع المزاح.

قانون حفظ الطاقة: يكون مجموع الطاقة في أي نظام مغلق ثابتاً لا يتغير. أي إن الطاقة لا يمكن أن تفنى أو تخلق في أي نظام مغلق، بل تتحول من نوع إلى آخر. القدرة: معدل الشغل المبذول في وحدة الزمن، وتقاس بالواط.

القصور: خاصية في الجسم تقاوم أي تغير في حالته سواء أكان ساكناً أم متحركاً بحركة منتظمة في خط مستقيم.

القوة: ذلك المؤثر الذي يغير من حالة الأجسام الساكنة أو المتحركة بحركة منتظمة في خط مستقيم، وتقاس بالنيوتن.

قوانين نيوتن في الحركة:

١ - كل جسم ساكن أو متحرك حركة منتظمة في خط مستقيم يظل محافظاً على حالته ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حالته تلك.

٢ - تتناسب القوة المؤثرة على جسم ما مع معدل التغير في زخم ذلك الجسم بالنسبة للزمن. ( يتناسب تسارع جسم ما طردياً مع القوة المؤثرة عليه وعكسياً مع كتلته ) .

٣ - لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه.

قوة الاحتكاك: قوة تنشأ بين سطحين نتيجة احتكاكهما بعضهما ببعض.

الكتلة: كمية المادة في الجسم، وتقاس بالكيلوغرام. الكثافة: الكتلة في وحدة الحجم. وغالباً ما تقاس بوحدة  $\text{كغم/م}^3$ .

الكولوم: وحدة الشحنة الكهربائية، وهي كمية الكهرباء المارة في سلك في الثانية الواحدة إذا كانت شدة التيار تساوي ١ أمبير.

المحرك: آلة تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية. المحوّل: جهاز يعمل على تغيير جهد التيار المتردد فيزيد منه أو ينقصه.

مركز الثقل: تلك النقطة التي يبدو أن ثقل الجسم كله مركّز (يؤثر) فيها.

المقاومة: كلما زادت مقاومة موصل نقصت شدة التيار المار فيه. وتقاس المقاومة بالأوم وتتناسب طردياً مع طول الموصل وعكسياً مع مساحة مقطعه.

الموصل: تلك المادة أو ذلك الجسم الذي يسمح للتيار الكهربائي بالمرور فيه (وكذلك الحرارة).

النيوتن: وحدة مقياس القوة، ويعرف بأنه تلك القوة التي إذا أثرت في جسم كتلته ١ كغم أكسبته تسارعاً مقداره  $1\text{ م/ث}^2$ .

الواط: وحدة قياس القدرة، وهو شغل مقداره ١ جول مبذول في ثانية واحدة ( الواط = أمبير . فولت )

الوزن: قوة جذب الأرض للجسم، ويقاس بالنيوتن.



## علاقات فيزيائية هامة

- القوة (نيوتن) = الكتلة (كغم)  $\times$  التسارع (م/ث<sup>2</sup>)
- فرق الجهد (فولت) = التيار (أمبير)  $\times$  المقاومة (أوم)
- سرعة الأمواج (م/ث) = التردد (هيرتز)  $\times$  الطول الموجي (م)

- الضغط (نيوتن/م<sup>2</sup>) = القوة (نيوتن)  $\div$  المساحة (م<sup>2</sup>)
- القدرة (واط) = الجهد (فولت)  $\times$  التيار (أمبير)

## ص ٢٨ كرات البلاستيك

إن الكرة التي تسقط من ارتفاع أكبر ستنبعج أكثر ، لأن زمن سقوطها أكبر وكذلك سرعتها النهائية .

## ص ٣١ أحجية قدرة

الشغل الذي تبذله عند صعود درج ارتفاعه ١٠ م في زمن مقداره ثانيتان ، إذا كان وزنك يساوي ٤٥٠ نيوتن هو :  
الشغل = ٤٥٠  $\times$  ١٠ = ٤٥٠٠ جول

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} = \frac{4500}{20} = 225 \text{ واط}$$

## ص ٣٣ سؤال كهربائي

عند تقريب الرّجاجة البلاستيكية المشحونة بشحنة سالبة من البطّة البلاستيكية ، فإنها تشحنها بالتأثير بحيث تبتعد المشحنات السالبة الموجودة على طرف البطّة المواجه للرّجاجة إلى طرفها الآخر، تاركة الطرف القريب مشحوناً بشحنة موجبة .

ونتيجة لذلك تتجاذب الشّحنتان السالبة ( على الرّجاجة ) والموجبة ( على طرف البطّة القريب ) ، فتتبع البطّة الرّجاجة أينما ذهبت .

أما إذا كانت البطّة مشحونة بشحنة سالبة فإنها تبتعد عن الرّجاجة كلّما قربنا هذه الأخيرة منها .

كتب إضافية  
للمطالعة

## Going further:

Books to read:

*Physics Alive*  
by Peter Warren  
(John Murray)

*Physics for You 1 & 2*  
by Keith Johnson  
(Hutchinson)

*The Young Scientist Book of Electricity*  
by Phil Chapman  
(Usborne)

*Physics for All*  
by J. J. Wellington  
(ST(P))

## إجابات الأسئلة والأحاجي

### ص ٥ أحجية طاقة

- ١ - يمتلك الكلب طاقة وضع كيميائية وطاقة وضع في مجال الجاذبية الأرضية .
- ٢ - عندما يركض إلى أسفل الدرج تتغير طاقة وضع الكلب إلى طاقة حركة .
- ٣ - في نهاية الدرج يُغوصُ الطعام الذي يأكله الكلب جزءاً من طاقة الوضع الكيميائية التي تحولت إلى طاقة حركة عندما نزل الدرج .

### ص ٦ طاقة الضوء

الشمس والشمعة والمصباح مصادر ذاتية للضوء أما الأشياء الأخرى فهي تعكس الضوء الساقط عليها من مصدر للضوء . حتى القمر فهو أيضاً يعكس ضوء الشمس .

### ص ٢٠ الآلات الموسيقية

الفلوت (آلة نفخ موسيقية) تصدر الانغام الموسيقية بالنفخ . يحتوي البيانو على مطارق صغيرة تنقر أوتاره . الكمان والقيثار كلاهما له أوتار يعزف عليها بالقر .

### ص ٢٢ الكتلة والوزن

إذا كانت كتلتك تساوي ٦٠ كغم ، فإن وزنك على القمر يساوي ١٠٠ نيوتن . أما كتلتك فتبقى كما كانت على الأرض .

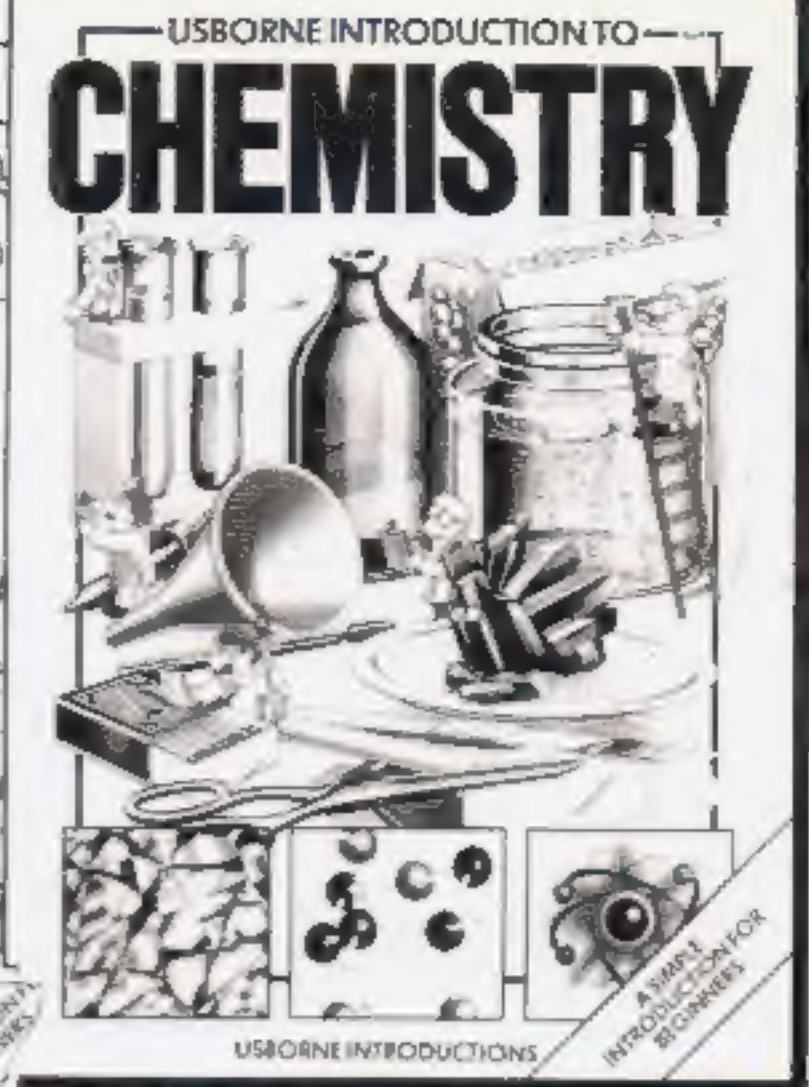
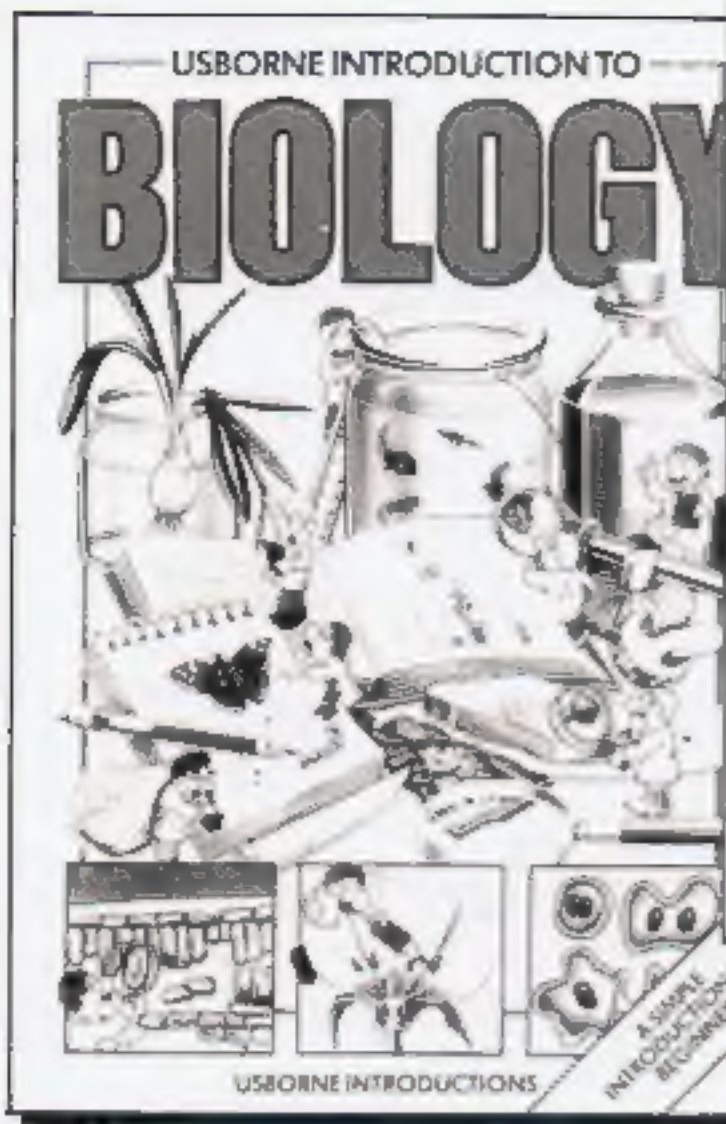
### ص ٢٤ فرشاة الدّهان

تكون قوة التجاذب بين قطرات الماء الموجودة على سطح الماء على شعر فرشاة الدّهان كبيرة لأنّه لا توجد قطرات ماء أخرى خارج السطح تتجاذب معها . لذا يتجاذب شعر الفرشاة بفعل قوة التوتر السطحي للماء .



- اتساع ٤٥، ١٨، ٦.  
احتكاك ٤٦، ٢٨، ٢٧، ٢٦.  
ازاحة ٢٥.  
استقرار ٢٣.  
إسحق نيوتن ٢٦، ٢٢، ١٢.  
إشعاع ٤٦، ٤٠، ١٦.  
الأشعة تحت الحمراء ٤٠.  
أشعة جاما ٤٠.  
الأشعة السينية (إكس) ٤٠، ٦.  
الأشعة الضوئية ١١، ١٠، ٩، ٨.  
أصباغ ١٣.  
الآلات ٣٠ - ٣١.  
الإلكترون ٤٠، ٣٥، ٣٤، ٣٣، ٣٢، ٤٠، ٤٥.  
الإلكترونات الحرة ٣٤.  
ألواح شمسية ١٦، ٥.  
الالوان الضوئية ١٣، ١٢.  
أمبير ٢٧، ٣٥، ٣٤.  
الأمواج الحرارية ١٦، ٦.  
أمواج فوق بنفسجية ٤٠.  
أمواج ميكروية ٤١، ٤٠.  
انعكاس ٤٦، ١٠.  
الانعكاس الكلي ١١.  
الانكسار ٤٦، ١١.  
أوم ٤٧، ٤٦.  
باسكال ٤٦.  
برغي ٣١.  
البرق ٣٣.  
برنامج كمبيوتر ٤٢ - ٤٥.  
بروتون ٤٦، ٣٣، ٣٢.  
بطارية ٣٤.  
بعد الجسم ١٠.  
بعد الصورة ١٠.  
بوصلة ٣٧، ٣٦.  
تأثير المتجنيق ٣٩، ٣٨.  
التباطؤ ٢٨، ٢٦.  
التردد ٤٧، ٤٦، ١٨، ٦.  
التردد الطبيعي ١٩.  
التسارع ٤٧، ٤٥، ٢٨، ٢٦.  
تسارع الجاذبية الأرضية ٢٨.  
تغير الحالة ١٤.  
تلفزيون ٤١، ١٣، ٦.  
تلفون ٣٩، ٥.  
التوتر السطحي ٢٤.  
التيار المباشر ٤٥، ٣٥.  
التيار المتردد ٤٥، ٣٥.  
الجاذبية ٤٦، ٢٨، ٢٢.  
جزيء ٣٦، ٢٤، ١٨، ١٤.  
جول ٥.  
الحث المغناطيسي ٣٧.  
حفظ الطاقة ٤٥.  
الحمل ٣٠.  
درجة الحرارة ١٥.  
درجة الصوت ٤٦، ٢٠، ١٨.  
ديسبيل ٤٥، ١٩.  
ذراع الحمل ٣١، ٣٠.
- ذراع القوة ٣١، ٣٠.  
الذرة ٤٥، ٣٢، ٤١.  
رادار ٤٠.  
راديو ٤١، ١٨، ٦.  
رأس المذبذبات ١٨.  
الزئبق ١٩.  
الزوايا ٣٠.  
الزاوية الحرجة ٤٥، ١١.  
زاوية السقوط ٤٥، ١٠.  
الزخم ٤٦.  
الساعة الشمسية ٧.  
سائل لزج ٢٧.  
السرعة ٢٨.  
سرعة الضوء ٤٠، ٧.  
السرعة النهائية ٢٩.  
السطح المائل ٣١.  
سماعة ٣٩، ٢١.  
الشبكة ٩.  
شريط التسجيل ٢٠.  
الشغل ٣٨، ٣١، ٣٠.  
الصوت ١٨ - ٣٩، ٢٠، ١٩.  
الضجيج (الضوضاء) ١٨.  
الضغط ٤٧، ٤٦، ٢٣.  
الضغط الجوي ٢٣.  
ضغط السائل ٢٤.  
ضوء مستقطب ٤١.  
الطاقة ٤ - ٤٠، ٣٩، ٣٨، ١٨، ١٤، ٥، ٤٥.  
طاقة الجاذبية ٤.  
الطاقة الحرارية ١٤، ٦ - ١٦، ١٥.  
طاقة الحركة ٤، ١٤، ١٦، ١٧، ٤٦.  
الطاقة الضوئية ٦ - ٧.  
الطاقة الكيميائية ٥، ٤.  
طاقة المرونة ٤.  
طاقة الوضع ٤٦، ٤.  
الطول الموجي ٤١، ٤٠، ١٤، ١٢، ٦، ٤٧، ٤٦.  
طول النظر ٩.  
الطيف الشمسي ١٣.  
الطيف الكهرمغناطيسي ٤٠، ١٢، ٦ - ٤١.  
عازل ٤٦، ٣٥، ٣٤، ١٧.  
العدسات ٩.  
عدسة محدبة ٩.  
عدسة مقعرة ٩.  
عربة ٣٠.  
عين ٨.  
فرانكلين ٣٢.  
فرق الجهد ٤٦، ٣٤.  
فقايع ٢٥.  
قوت ٤٧، ٤٦، ٣٥، ٣٤.  
قاعدة أرخميدس ٤٥.  
القدرة ٤٧، ٤٦، ٣١، ٣٠.  
قرص محكم ٣١.  
قصر النظر ٩.  
القصور ٤٦، ٢٦.
- قطب ٢٤.  
قوانين نيوتن في الحركة ٢٧، ٢٦، ٤٦.  
القوة ٤٧، ٤٦، ٢٩، ٢٧، ٢٦، ٢٢، ٢٩.  
القوة الطاردة عن المركز ٢٩.  
القيثار الكهربائي ٢١.  
الكاميرا ٨.  
الكاميرات ذات الثقب ٨.  
كبل الألياف البصرية ٤١، ١١.  
الكتلة ٤٧، ٤٦، ٢٦، ٢٢.  
الكتلة العيارية ٢٢.  
الكثافة ٤٥، ٢٥، ١٦.  
الكهرباء الساكنة ٣٣.  
الكهرباء المتحركة ٣٥، ٣٤.  
الكولوم ٤٥.  
لون ١٣، ١٢.  
ليزر ٤١، ٢١.  
مادة مشعة ٤٠.  
مانعة الصواعق ٣٣.  
مجال القوة ٢٨، ٣٧، ٣٦.  
المحرك الكهربائي ٢٨ - ٢٩.  
محول ٤٦، ٣٥.  
محلول الكتروليتي ٢٤.  
مرآة ١٠.  
مركز الثقل ٤٥، ٢٤، ٢٣.  
مزج الألوان ١٣.  
مسجل ٢٠.  
مشع ١٦.  
مصباح صوتي ٣٥.  
مصدر ضوء مترابط (متجانس) ٤١.  
مضخم ٢١.  
معادلات فيزيائية ٤٧.  
مغناطيس ٣٩، ٢٨، ٣٧، ٣٦.  
مغناطيس كهربائي ٣٩، ٣٧.  
المغناطيسية ٣٦، ٣٢ - ٣٧.  
مقاومة ٤٧، ٤٦، ٣٩، ٣٥.  
مقاومة الهواء ٣٩، ٢٨، ٢٧.  
مكشاف الأعماق الصوتي ١٩.  
منشور ١٣.  
منظار الأفق (بايروسكوب) ١١.  
موسيقى ٣١ - ٣٠.  
موسيقى الكمبيوتر ٣١.  
موصل ٤٥، ٣٥، ٣٤، ١٧.  
مولف ٢١.  
ميزان الحرارة ١٥.  
الميكانيكا ٢٢ - ٣١.  
ميكروفون ٣٩، ٢٠.  
ميكروكمبيوتر ٤٢، ٢١.  
نظارات ٩.  
نقطة الارتكاز ٣١، ٣٠.  
النواة ٤٠، ٢٢.  
نيوتن ٢٦، ٢٢، ١٢.  
واط ٤٦، ٣٥، ٣١.  
الوزن ٤٦، ٣١، ٢٥، ٢٢.  
الوزن النوعي ٢٥.  
وليم روتجن ٤٠.





## هذه السلسلة

يقع هذا الكتاب ضمن سلسلة من الكتب العلمية الحديثة المبسطة نضعها بكل اعتزاز في متناول الناشئة وشبابنا الطموح ، وكلنا أمل أن تُروّدهم بالإجابات الشافية عن بعض ما يلح عليهم من تساؤلات وأن تحفزهم على التبحر في شتى العلوم كي يهضموها ومن ثم يبدعوا فيها . وقد يُفيد منها أيضاً ذلك النفر من أصحاب العلوم الإنسانية الذي يعرف تماماً أهمية العلوم الطبيعية والحياتية في عالمنا المعاصر لكنه يخشى الولوج في مناهات هذه العلوم وطلاسمها .

ومع أننا لم نأل أي جهد في إخراج هذه الكتب على أحسن صورة ممكنة شكلاً ومضموناً ، فإن ثمة مشكلات ما فتئت تُؤرقنا ، أهمها مسألة عدم استقرار المصطلح العلمي العربي في الوقت الراهن . بيد أننا ننظر إلى هذه المسألة على أنها مؤقتة ولا بُد من زوالها متى مارسنا العلم بلغتنا الأم وأمسينا مجتمعاً مُنتجاً لا مُستهلكاً ، ومُبدعاً لا تابعاً . على أي حال ، سوف نستمر في مواكبة آخر تطورات هذا المجال في طباعتنا المقبلة بإذن الله .

إن ممارسة العلم شائكة وعرة ، وهي تقتضي منا جهداً دؤوباً وانقطاعاً شبه تام لها ؛ كما أن تدريب أبنائنا على خوض غمار هذا المسلك الشاق - مسلك البحث والتنقيب والسعي وراء المعرفة - إنما يبدأ في صميمه منذ نعومة الظهر، من هنا كان مشروعنا هذا موجهاً للناشئة والشباب ؛ ولعله من حسن الطالع أن تصدر ثماره الأولى في هذه السنة بالذات ١٩٨٥ - السنة الدولية للشباب . والمشروع الحالي إن هو إلا الخطوة الأولى ، نأمل أن تتبّعها خطوات أكبر فأكبر ...

أرجو أن نكون قد وفّقنا في مسعانا ؛ كما أتمنى للقارى الكريم سويّعات لا تُنسى من المتعة والفائدة .

الدكتور همام بشارة غصيب

أستاذ الفيزياء النظرية في الجامعة الأردنية وعضو مجمع اللغة العربية الأردني